TUGAS AKHIR – TI184833

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN RISIKO *CORE BUSINESS PROCESS* BERBASIS ISO 31000:2018 PADA INDUSTRI *PULP AND PAPER*

ODILIA INDIRA SARASWATI
NRP. 02411640000041

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T.
NIP. 196605311990022001

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – TI184833

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN RISIKO *CORE BUSINESS PROCESS* BERBASIS ISO 31000:2018 PADA INDUSTRI *PULP AND PAPER*

ODILIA INDIRA SARASWATI
NRP 0241 16 40000 041

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T.
NIP. 196605311990022001

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – TI184833

DESIGNING RISK MANAGEMENT SYSTEM FOR CORE BUSINESS PROCESS BASED ON ISO 31000:2018 AT PULP AND PAPER COMPANY

ODILIA INDIRA SARASWATI
NRP 0241 16 40000 041

Supervisor
Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T.
NIP. 196605311990022001

INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN RISIKO *CORE BUSINESS PROCESS* BERBASIS ISO 31000:2018 PADA INDUSTRI *PULP AND PAPER*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik dan Sistem Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

ODILIA INDIRA SARASWATI
NRP 02411640000041

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T.
NIP 196605311990022001

SURABAYA, AGUSTUS 2020

(halaman ini sengaja dikosongkan)

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN RISIKO *CORE BUSINESS PROCESS* BERBASIS ISO 31000:2018 PADA INDUSTRI *PULP AND PAPER*

Nama : Odilia Indira Saraswati
NRP : 02411640000041
Pembimbing : Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T.

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam sektor industri *pulp* dan kertas. Produk akhir dari proses produksi pada perusahaan ini berupa lembaran *pulp* yang dikemas dalam satuan unit *pulp*. Setiap tahun, PT. X membuat rancangan strategi manajemen beserta target yang harus dicapai pada tahun tersebut. Salah satu strategi manajemen yang akan dicapai pada periode 2020-2021 adalah target produksi dan target kualitas produk pulp yang dihasilkan. Pencapaian target ini berkaitan langsung dengan *core business process* perusahaan, yaitu proses produksi *pulp*. Pada proses produksi *pulp* yang kompleks terdapat banyak kondisi ketidakpastian yang berpengaruh pada pencapaian target produksi perusahaan. Ketidakpastian ini dapat disebut sebagai risiko. Risiko yang berdampak negatif dapat mengganggu pencapaian target produksi perusahaan. Saat ini, PT. X belum dapat mengelola risiko tersebut karena PT. X belum memiliki sistem manajemen risiko yang berkaitan dengan proses produksi. Kondisi ini berpengaruh pada pencapaian target produksi PT. X. Berdasarkan data produksi tahun 2015-2019, PT. X seringkali tidak dapat memenuhi target produksi yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, penelitian ini dibuat untuk merancang sistem manajemen risiko yang diharapkan akan membantu perusahaan dalam mengelola dan memprioritaskan risiko yang timbul dalam upaya mencapai target produksi.

Sistem manajemen risiko dirancang berbasis ISO 31000:2018. Tahap identifikasi risiko dilakukan dengan metode *Fault Tree Analysis* dan diperoleh 164 risiko pada proses produksi pulp. Selanjutnya, pada tahap analisis risiko dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis*, didapatkan nilai *Risk Priority Number* tertinggi yaitu R152 dan risiko terendah yaitu R159. Berdasarkan hasil evaluasi risiko, diperoleh 2 risiko pada kategori *extreme risk*, 71 risiko pada kategori *high risk*, 72 risiko pada kategori *moderate risk*, dan 19 risiko pada kategori *low risk*. Rekomendasi perlakuan risiko diberikan dengan proporsi mitigasi risiko sebanyak 61.25%, berbagi risiko sebanyak 24.17%, dan menghindari risiko sebanyak 14.58%. *Dashboard* profil risiko juga dirancang untuk membantu proses monitoring risiko proses produksi pulp.

Kata Kunci: *Dashboard* Profil Risiko, *Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis,* ISO 31000:2018, Manajemen Risiko, Proses Produksi

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DESIGNING RISK MANAGEMENT SYSTEM FOR CORE BUSINESS PROCESS BASED ON ISO 31000:2018 AT PULP AND PAPER COMPANY

Name : Odilia Indira Saraswati
Student ID : 02411640000041
Supervisor : Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T.

ABSTRACT

PT. X is a manufacturing company dealing with the pulp and paper industry sector. The final product of the production process at this company is in the form of pulp sheets packed in pulp units. Every year, PT. X made a draft management strategy with targets to be achieved in that time periode. One of the management strategies to be achieved in the 2020-2021 period is the production target and the quality target of the resulting pulp product. Achieving this desired target is directly related to the company's core business process, which is the pulp production process. In a complex pulp production process, there are many uncertain conditions that affect the achievement of the company's production targets. This uncertainty is called a risk. Risks that have a negative impact potentially interfere with the achievement of the company's production targets. At present, PT. X has not been able to manage this risk because PT. X does not yet have a risk management system related to the production process. This condition affects the achievement of PT. X. Based on 2015-2019 production data, PT. X often cannot meet the set production desired targets. Therefore, this research was created to design a risk management system that is expected to assist companies in managing and prioritizing risks that arise in an effort to achieve production targets.

The risk management system is designed based on ISO 31000: 2018. The risk identification stage is carried out by the Fault Tree Analysis method. Meanwhile the 164 risks are obtained in the pulp production process. Furthermore, at the risk analysis stage using the Failure Mode and Effect Analysis method, the highest Risk Priority Number value is R152 and the lowest risk is R159. Based on the results of the risk evaluation, obtained 2 risks in the extreme risk category, 71 risks in the high-risk category, 72 risks in the moderate risk category, and 19 risks in the low risk category. Risk treatment recommendations are given with a risk mitigation proportion of 61.25%, a risk transfer of 24.17%, and avoid risk of 14.58%. The risk profile dashboard is also designed to help monitoring the risk of the pulp production process.

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis, ISO 31000:2018, Production Process, Risk Management, Risk Profile Dashboard*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga di tengah kondisi pandemi Covid-19, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 (S1) untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selama proses pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, masukan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Sri Gunani Partiwi, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa sabar mengarahkan, memberi masukan, memotivasi, dan menyempatkan waktu untuk penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
2. Ibu Naning Aranti Wessiani, S.T., M.M., Bapak Dr. Ir. I Ketut Gunarta, M.T., dan Bapak Arief Rahman S.T., M.Sc selaku penguji saat seminar proposal dan sidang akhir yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun bagi Tugas Akhir ini.
3. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik dan Sistem Industri beserta seluruh jajaran pengurus departemen.
4. Pihak PT. X yang tidak dapat disebutkan namanya, selaku responden dan narasumber yang banyak membantu kelancaran proses pengerjaan Tugas Akhir.
5. Bapak Pipit Andi Cahyanesia, S.T dan Ibu Tantrini Andang K, S.Pd selaku orang tua penulis yang selalu memberi kasih sayang dan dukungan tak terhingga secara moral maupun materiil.
6. Nalendra Etto W. dan Guido Ranu R. selaku adik penulis, yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.

7. Marcelinus Adhi Aryo P. yang selalu menemani penulis untuk berkembang bersama selama proses perkuliahan serta memberikan banyak masukan dan motivasi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
8. Keluarga di kampus Teknik Industri, Adhigana TI-32, yang selalu menemani dan menjadi motivasi bagi penulis untuk terus semangat menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Teman-teman anggota KMK ITS khususnya adik-adik Staf Departemen Kewirausahaan Persevera dan jajaran Fungsio Persevera yang selalu mendukung dan menemani penulis untuk terus berkembang serta memberikan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir.
10. Teman-teman Asisten Laboratorium PSMI dalam periode 2018/2020 yang selalu mendukung dan memberikan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Teman-teman Beswan Djarum 34 khususnya Brotherhood 34 Surabaya yang selalu menjadi inspirasi bagi penulis untuk terus maju dan berkembang.
12. Teman-teman Staf Departemen Kewirausahaan HMTI ITS 2017/2018 yang selalu memotivasi penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan dan diterima dengan tangan terbuka untuk perbaikan dan pengembangan yang lebih baik. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan,

Surabaya, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 7
1.5.1 Batasan 7
1.5.2 Asumsi 7
1.6 Sistematika Penulisan 7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **9**
2.1 Risiko 9
2.2 Manajemen Risiko 10
2.3 Manajemen Risiko ISO 31000:2018 12
2.4 Metode Duckert 16
2.5 IDEF0 (*Integration Definition for Function Modelling*) 18
2.6 Sasaran Risiko 20
2.7 Metode Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010 21
2.8 *Semi-Structured Interview* 23
2.9 *Fault Tree Analysis* 24
2.10 *Root Cause Analysis* 25
2.11 *Failure Mode Effect Analysis* 26
2.12 Perlakuan Risiko 33

2.13 Penelitian Terdahulu 35
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 37
3.1 Flowchart Penelitian 37
3.2 Penjelasan Flowchart 38
3.2.1 Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah 38
3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data 39
3.2.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data 42
3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran 43
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 45
4.1 Gambaran Umum dan Profil Perusahaan 45
4.1.1 Struktur Organisasi 46
4.1.2 Sasaran Strategis Perusahaan 47
4.2 Identifikasi *Core Business Process* Perusahaan 47
4.2.1 Proses Pengolahan Raw Material 49
4.2.2 Proses Fiber Line 52
4.2.3 Proses Pemulihan Bahan Kimia (Chemical Recovery) 58
4.2.4 Proses Pengadaan Utilitas 58
4.3 Identifikasi Risiko pada Proses Produksi *Pulp* 66
4.4 Analisis Risiko pada Proses Produksi *Pulp* 80
4.4.1 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko 80
4.4.2 Penentuan Tingkat Severity, Occurrence, dan Detection 111
4.4.3 Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN) 119
4.5 Evaluasi Risiko 123
4.5.1 Penentuan Ranking Risiko 123
4.5.2 Pemetaan Risiko 128
4.6 Penentuan Rencana Perlakuan Risiko 137
4.7 Perancangan *Dashboard* Risiko (*Risk Profile*) 150
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA 153
5.1 Analisis Identifikasi Proses Produksi 153
5.1.1 Proses Pengolahan Raw Material 153
5.1.2 Proses Fiber line 156
5.1.4 Proses Pemulihan Bahan Kimia (Chemical Recovery) 160

5.1.5 Proses Pengadaan Utilitas 162
5.2 Analisis Identifikasi Risiko Proses Produksi 164
5.3 Analisis Risiko Proses Produksi 166
5.4 Analisis Evaluasi Risiko 171
5.5 Analisis Rekomendasi Perlakuan Risiko 172
5.6 Analisis *Dashboard* Profil Risiko 174
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 189
6.1 Kesimpulan 189
6.2 Saran 190
DAFTAR PUSTAKA 191
LAMPIRAN 1: FAULT TREE ANALYSIS 195
LAMPIRAN 2: VISUAL BASIC FOR APPLICATION CODE 209
LAMPIRAN 3: KUESIONER PENILAIAN RISIKO 225
BIOGRAFI PENULIS 259

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Target dan Pencapaian Produksi Pulp PT. X 3
Gambar 1.2 Bagan Proses Produksi *Pulp* PT. X 4
Gambar 2.1 Prinsip, Kerangka Kerja, dan Proses Manajemen Risiko 13
Gambar 2.2 Proses Manajemen Risiko 15
Gambar 2.3 Tiga Tingkatan Proses Bisnis Organisasi 17
Gambar 2.4 Diagram IDEF0 19
Gambar 2.5 *Pareto Diagram* Risiko 32
Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir 37
Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir (lanjutan) 38
Gambar 3.3 *Flowchart* Penelitian Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 40
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. X 46
Gambar 4.2 Proses Produksi *Pulp* (Level 0) 48
Gambar 4.3 Proses Produksi Pulp (Level 1) 48
Gambar 4.4 Bagan Proses Penyiapan Bahan Baku 49
Gambar 4.5 Bagan Proses Pembuatan *Chip* 50
Gambar 4.6 Bagan Proses Pengulitan 51
Gambar 4.7 Bagan Proses Pembentukan *Chip* 51
Gambar 4.8 Bagan Proses Pengayakan *Chip* 52
Gambar 4.9 Bagan Proses *Cooking Bleaching* 53
Gambar 4.10 Bagan Proses *Cooking* 54
Gambar 4.11 Bagan Proses *Bleaching* 55
Gambar 4.12 Bagan Proses Pembuatan Lembaran *Pulp* 56
Gambar 4.13 Bagan Proses *Stock Preparation* 56
Gambar 4.14 Bagan Proses *Wet End and Drying* 57
Gambar 4.15 Bagan Proses Pengemasan *Pulp* 57
Gambar 4.16 Bagan Proses Pemulihan Bahan Kimia 58
Gambar 4.17 Bagan Proses Penyiapan Bahan Kimia 59
Gambar 4.18 Bagan Proses Pengolahan Oksigen 60
Gambar 4.19 Bagan Proses Pembangkit Listrik 61

Gambar 4.20 Bagan Proses Pengolahan Air Baku 61
Gambar 4.21 *Fault Tree Analysis* pada Aktivitas Pengolahan Air Baku 66
Gambar 4.22 Hasil Pemetaan Risiko Proses Produksi 129
Gambar 4.23 *Flowchart Dashboard* Profil Risiko Proses Produksi (1)..... 151
Gambar 4.24 *Flowchart Dashboard* Profil Risiko Proses Produksi (2)..... 152
Gambar 5.1 Sebaran Nilai *Severity*..... 167
Gambar 5.2 Sebaran Nilai *Occurrence*..... 169
Gambar 5.3 Sebaran Nilai *Detection*..... 170
Gambar 5.4 Proporsi Kategori Risiko 172
Gambar 5.5 Proporsi Jenis Perlakuan Risiko 174
Gambar 5.6 Menu "*Home"* pada Dashboard Profil Risiko..... 175
Gambar 5.7 Menu "Proses Produksi" pada Dashboard Profil Risiko 176
Gambar 5.8 Daftar Level Aktivitas pada Menu "Proses Produksi" 176
Gambar 5.9 Detail Proses pada Menu "Proses Produksi" 177
Gambar 5.10 Menu "Database" pada Dashboard Profil Risiko 177
Gambar 5.11 Daftar Risiko pada Menu "Database"..... 178
Gambar 5.12 Daftar Penilaian Risiko pada Menu "Database Risiko" 179
Gambar 5.13 Daftar Penilaian Risiko (2) pada Menu "Database Risiko"..... 179
Gambar 5.14 Skala Penilaian Risiko pada Menu "Database Risiko"..... 180
Gambar 5.15 Peta Risiko pada Menu "Database Risiko" 180
Gambar 5.16 Daftar Perlakuan Risiko pada Menu "Database Risiko" 181
Gambar 5.17 Input Kode Risiko pada Menu "Perlakuan Risiko"..... 181
Gambar 5.18 Menu "Update Risiko" pada Dashboard Profil Risiko 182
Gambar 5.19 *Form* Update Nilai Risiko pada Menu "Update Database Risiko"182
Gambar 5.20 Tampilan Pemberitahuan Update Penilaian Risiko 183
Gambar 5.21 Rekapitulasi Risiko pada Menu "Update Database Risiko"..... 183
Gambar 5.22 Grafik Perubahan Nilai Risiko Menu "Update Database Risiko" . 184
Gambar 5.23 *Form* Ubah Perlakuan Risiko Menu "Update Database Risiko"... 184
Gambar 5.24 Tampilan Pemberitahuan Update Perlakuan Risiko..... 185
Gambar 5.25 *Form* Tambah Risiko pada Menu "Update Database Risiko"..... 185
Gambar 5.26 *Form* Lanjutan Tambah Risiko pada "Update Database Risiko".. 186
Gambar 5.27 Tampilan *Dashboard* pada Menu "*Help"* 186

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pilihan Metode Penilaian Risiko..... 22
Tabel 2.2 Simbol pada Metode *Fault Tree Analysis*..... 25
Tabel 2.3 Ranking *Severity* 28
Tabel 2.4 Ranking *Occurrence* 29
Tabel 2.5 Ranking *Detection* 30
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu 35
Tabel 4.1 Penjabaran Proses Produksi *Pulp* 62
Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp*..... 67
Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko..... 81
Tabel 4.4 Kriteria Penilaian Nilai *Severity* 111
Tabel 4.5 Kriteria Penilaian Nilai *Occurrence* 111
Tabel 4.6 Kriteria Penilaian Nilai *Detection*..... 112
Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity, Occurrence,* dan *Detection*..... 112
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) 119
Tabel 4.9 *Ranking* Risiko 123
Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi 129
Tabel 4.11 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan Raw Material (1)..... 138
Tabel 4.12 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan *Raw Material* (2)..... 139
Tabel 4.13 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan *Raw Material* (3)..... 140
Tabel 4.14 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan *Raw Material* (4)..... 140
Tabel 4.15 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (1)..... 142
Tabel 4.16 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (2)..... 142
Tabel 4.17 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (3)..... 143
Tabel 4.18 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (4)..... 143
Tabel 4.19 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (5)..... 143
Tabel 4.20 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (6)..... 144
Tabel 4.21 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (1) 145
Tabel 4.22 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (2) 145
Tabel 4.23 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (3) 146

Tabel 4.24 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (4) 147
Tabel 4.25 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (1) 148
Tabel 4.26 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (2) 148
Tabel 4.27 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (3) 148
Tabel 4.28 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (4) 149

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian.

1.1 Latar Belakang

Industri *pulp* dan kertas di Indonesia memberikan kontribusi yang cukup signifikan bagi perekonomian nasional. Produk Domestik Bruto pada industri *pulp* dan kertas terus mengalami pertumbuhan setiap tahun. Pada tahun 2018, industri *pulp* dan kertas berkontribusi sebanyak 17.6% terhadap industri pengolahan non migas dan 6.3% terhadap industri pengolahan nasional (Kontan, 2019). Pada tahun 2019, industri ini tumbuh sebesar 5% dan produksi industri *pulp* dan kertas di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat pada tahun 2020. Industri kertas dan barang dari kertas juga mengalami kenaikan pertumbuhan produksi tertinggi dibanding industri lainnya, yaitu sebanyak 6.68% pada triwulan II 2019 (Badan Pusat Statistik, 2019). Industri *pulp* dan kertas juga ditetapkan sebagai salah satu industri prioritas melalui Peraturan Pemerintah No. 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional. Di Indonesia, terdapat 88 perusahaan pada industri *pulp* dan kertas nasional. Perusahaan dalam sektor ini terdiri dari 3 perusahaan *pulp*, 77 perusahaan kertas, dan 8 perusahaan *pulp* dan kertas (Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia, 2020). Dalam jajaran produsen *pulp*, Indonesia menempati posisi ketiga sebagai produsen *pulp* terbesar di Asia dan posisi kesepuluh sebagai produsen *pulp* terbesar di dunia (Kementrian Perindustrian, 2019).

PT. X merupakan salah satu dari 3 perusahaan manufaktur penghasil *pulp* di Indonesia. PT. X adalah perusahaan multi nasional modal asing yang berasal dari Jepang dengan produk utama berupa *pulp* atau bubur kertas dengan kualitas tinggi. PT. X merupakan perusahaan penghasil *pulp* pertama di dunia yang menggunakan bahan baku berupa *Acacia mangium* dengan proporsi 100%. Konsumen produk

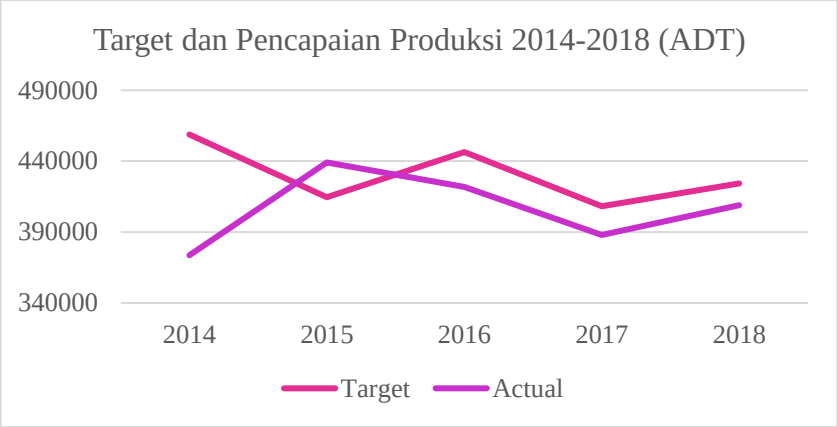
pulp dari PT. X merupakan perusahaan penghasil uang kertas, kertas rokok, tisu, dan kemasan kertas dari berbagai negara seperti Cina, Jepang, Korea, Taiwan, maupun Indonesia.

PT. X menjamin tata kelola perusahaan dengan telah menerapkan standar ISO 9001 untuk menjamin kualitas produk, ISO 14001 untuk menjamin keamanan dampak lingkungan, dan ISO 45001 untuk menjamin kesehatan dan keselamatan kerja di perusahaan. Namun, PT. X belum menerapkan ISO 31000 sebagai standar pengelolaan risiko korporat yang terstruktur dan sistematis dalam pencapaian sasaran perusahaan. Proses manajemen risiko mulai dari identifikasi risiko sampai penyusunan *database* risiko dalam ISO 9001 maupun ISO 14001 masih belum tersedia. Pengelolaan risiko korporat yang berpengaruh terhadap pencapaian visi misi masih belum terstruktur tanpa adanya penanggung jawab khusus yang menangani risiko korporat. Sehingga dapat dikatakan bahwa PT. X belum memiliki sistem manajemen risiko yang dapat membantu proses tata kelola perusahaan.

Manajemen risiko dilakukan dengan tujuan untuk membantu pencapaian sasaran perusahaan dan meningkatkan kinerja organisasi. Pelaksanaan manajemen risiko pada perusahaan merupakan tanggung jawab yang perlu diawasi untuk menghindari sanksi akibat kelalaian sesuai dengan UU No. 40 tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas Pasal 114 ayat (3). Selain itu, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP), dijelaskan bahwa terdapat lima unsur pengendalian intern yang salah satunya adalah penilaian risiko. Instansi wajib melaksanakan penilaian risiko, yaitu melakukan identifikasi risiko, analisis risiko, dan menetapkan struktur pengendalian untuk menangani risiko.

Menurut Susilo dan Kaho (2011), risiko yang berupa dampak dari ketidakpastian terhadap sasaran dapat mengganggu pencapaian sasaran, sehingga adanya pengelolaan risiko dapat membantu perusahaan dalam mencapai sasaran. PT. X memiliki sasaran strategis berupa visi dan strategi manajemen yang dirancang setiap tahunnya. Pada Strategi dan Rencana Manajemen Periode Mei 2020 s/d April 2021, PT. X berencana untuk mencapai target kuantitas dan kualitas produksi *pulp* yang harus dicapai untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang terus meningkat. Namun, produksi *pulp* pada 5 tahun terakhir seringkali tidak mencapai

target, seperti pada Gambar 1.1. Risiko yang ada pada proses produksi dapat mengganggu pencapaian target produksi perusahaan, sehingga pengelolaan risiko proses produksi merupakan aspek penting dalam perusahaan yang diperlukan untuk membantu mencegah terganggunya pelaksanaan Strategi dan Rencana Manajemen PT. X.

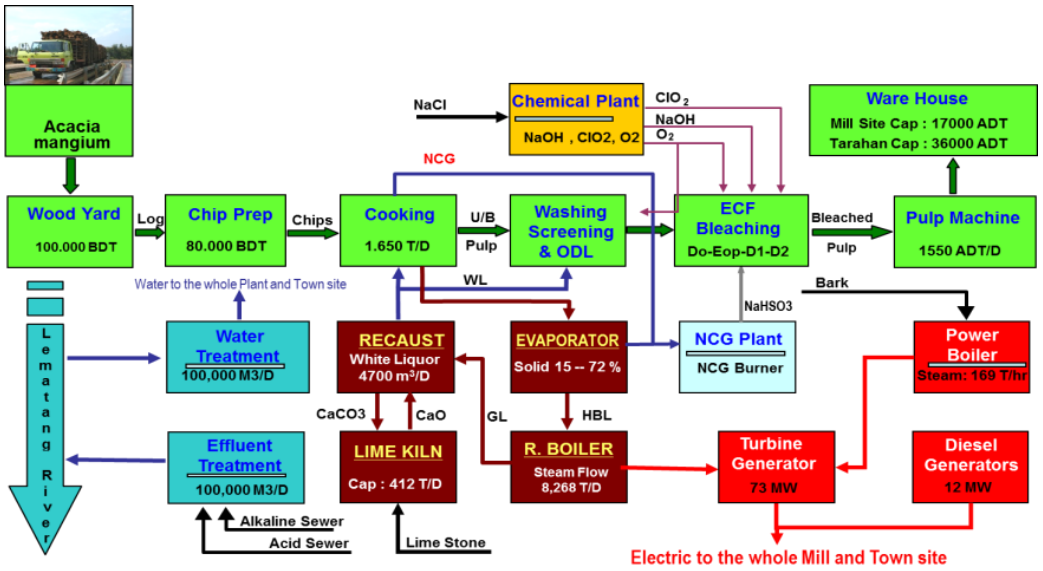


Gambar 1.1 Grafik Target dan Pencapaian Produksi Pulp PT. X
(Sumber: PT. X)

ISO 31000 merupakan Standar Internasional Manajemen Risiko yang dapat membantu perusahaan meningkatkan kemungkinan pencapaian sasaran dengan proses identifikasi *risk* dan *opportunity* serta proses alokasi dan penggunaan sumber daya secara efektif untuk pengelolaan risiko (ISO2010, 2009). ISO 31000 fokus pada bagaimana cara menerapkan manajemen risiko. ISO 9001, ISO 14001, dan ISO 45001 mengharuskan organisasi untuk mengidentifikasi risiko tetapi tidak menyertakan 'bagaimana proses identifikasinya', sehingga perlu dirujuk ke ISO 31000 (Muzaimi, et al., 2017). Komponen manajemen risiko pada ISO 31000 terdiri dari prinsip, kerangka kerja, dan proses. Prinsip merupakan acuan yang menjadi pedoman penerapan manajemen risiko di perusahaan. Kerangka kerja merupakan landasan dan pengaturan dalam penerapan manajemen risiko. Sedangkan, proses merupakan rangkaian kegiatan manajemen risiko yang menangani risiko, dimulai dari pemahaman konteks organisasi, analisis risiko, evaluasi risiko, perlakuan risiko, dan pelaporan risiko. ISO 31000 menekankan bahwa manajemen risiko

adalah bagian terpadu dari proses organisasi dan tata kelola organisasi (*corporate governance*) dan bukan merupakan kegiatan yang terpisah dan berdiri sendiri.

Dalam manajemen risiko, pengelompokan berbagai jenis risiko dapat dilakukan dengan banyak cara pendekatan yang disampaikan oleh para pakar dalam membuat kategori risiko. Berdasarkan pendekatan Duckert, G.H (2011), pendekatan risiko dapat dilakukan dengan menggunakan proses bisnis, terutama *core business process* dari perusahaan. Keunggulan dari model pendekatan ini adalah pemetaan ketiga fungsi bisnis proses dapat dengan mudah dilakukan. Selain itu, anggota perusahaan dapat memahami risiko apa yang mereka hadapi dalam proses bisnis. *Core business process* adalah proses bisnis utama yang dilakukan oleh perusahaan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan pihak lain yang berkepentingan. Proses bisnis utama ini juga memerlukan dukungan dari proses pendukung (*critical support units*) untuk pelaksanaan yang efektif dan efisien. Selain itu, terdapat proses bisnis penunjang (*periphery function*) yang berfungsi untuk melengkapi kebutuhan perusahaan lainnya. Berdasarkan klasifikasi risiko dengan metode Duckert, bagian proses bisnis yang berhubungan langsung dengan target produksi dan target kualitas *pulp* pada PT. X adalah *core business process* yang dipegang oleh Departemen Produksi. Proses ini dimulai dari proses penyiapan bahan baku sampai proses penyimpanan di *warehouse.*



Gambar 1.2 Bagan Proses Produksi *Pulp* PT. X

(Sumber: PT. X)

Berdasarkan Gambar 1.2, proses produksi *pulp* diawali dengan proses penyiapan bahan baku (*woodyard* dan *chip preparation*), proses *fiber line* (*cooking, washing, bleaching,* dan *pulp machine*), proses pemulihan bahan kimia (*evaporator, recovery boiler, recausticizing,* dan *lime kiln*), dan proses pengadaan utilitas (penyiapan bahan kimia, pembangkit listrik, dan pengolahan air baku). Proses produksi pembuatan *pulp* pada PT. X yang kompleks tersebut dapat menimbulkan risiko yang mengganggu pencapaian target produksi perusahaan.

Berdasarkan uraian di atas, perancangan suatu manajemen risiko berbasis ISO 31000 akan dilakukan pada PT. X. Standar ISO 31000 dipilih karena memiliki perspektif yang jauh lebih luas (dapat diterapkan dalam berbagai lingkup dan kegiatan) dan lebih konseptual dibandingkan dengan standar lainnya (Susilo & Kaho, 2019). Rancangan ini dibuat dengan pendekatan proses bisnis dari Duckert, khususnya bagian *core business process.* Bagian proses bisnis utama dipilih karena bagian proses bisnis ini memiliki keterlibatan langsung pada target atau sasaran perusahaan yang akan dicapai, yaitu sasaran bidang produksi yang berhubungan dengan pemenuhan *demand* dan kualitas produk *pulp.* Asesmen risiko dengan standar ISO 31000 akan diberikan dalam bentuk identifikasi risiko, analisis risiko, serta evaluasi risiko.

Pada penelitian ini, tahap identifikasi risiko pada aktivitas proses produksi dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* untuk menemukan faktor penyebab permasalahan yang dapat menimbulkan risiko (Priyanta, 2000). Sedangkan, tahap analisis risiko dilakukan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* dengan pendekatan konsekuensi atau *severity*, probabilitas atau *occurrence*, dan kemampuan untuk mendeteksi masalah (*detection*) (McDermott, et al., 2009). Pembuatan *dashboard* dengan menggunakan *Visual Basic for Application* (VBA) pada *Microsoft Excel* juga dilakukan sebagai sarana pengawasan pelaksanaan proses manajemen risiko pada proses produksi *pulp*. Rancangan manajemen risiko ini diharapkan dapat mendukung tercapainya salah satu strategi dan rencana manajemen pada tahun 2020 untuk mencapai sasaran bidang produksi yaitu target kuantitas dan kualitas produksi *pulp Acacia mangium.*

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem manajemen risiko *core business process* berbasis ISO 31000 dengan pendekatan *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam usaha mencapai sasaran manajemen bidang produksi pada PT. X.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan akan tercapai adalah:

1. Mengidentifikasi risiko *core business process* yang mempengaruhi target produksi dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA).
2. Melakukan analisis risiko aktivitas *core business process* dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
3. Memberikan rekomendasi alternatif perlakuan risiko pada *core business process* yang dapat digunakan dalam upaya mencapai sasaran manajemen bidang produksi.
4. Merancang *dashboard* profil risiko proses produksi *pulp* pada PT. X.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Membantu perusahaan dalam mengidentifikasi risiko *core business process* dalam upaya mencapai sasaran manajemen bidang produksi.
2. Membantu perusahaan dalam memprioritaskan risiko yang berpengaruh pada sasaran manajemen bidang produksi.
3. Membantu memberikan rekomendasi alternatif perlakuan risiko dalam pencapaian sasaran manajemen bidang produksi.
4. Membantu memberikan kemudahan pelaksanaan pengelolaan dan pemantauan risiko dengan perancangan *dashboard* profil risiko.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini mencakup batasan dan asumsi yang digunakan dalam proses penelitian.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Objek amatan hanya mencakup area *mill site* pada PT. X.
2. Analisis risiko menggunakan pendekatan Duckert dan hanya mencakup *core business process* yaitu pada proses produksi.
3. Risiko yang diidentifikasi adalah risiko yang berdampak negatif terhadap pencapaian target perusahaan.
4. Sasaran risiko yang digunakan adalah strategi dan rencana manajemen PT. X 2020-2021 nomor 1 mengenai target kuantitas dan kualitas produksi *pulp.*
5. Kategori *level severity, occurrence, dan detection* menggunakan skala 1 sampai 5 sesuai dengan arahan dari perusahaan.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tidak ada perubahan kebijakan yang mempengaruhi proses bisnis selama penelitian berlangsung.
2. Risiko yang teridentifikasi dapat mencakup keseluruhan risiko yang ada pada proses produksi *pulp.*
3. Responden merupakan *expert* yang memahami seluruh kondisi *core business process* yang berpengaruh terhadap sasaran manajemen bidang produksi pada perusahaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari enam bab dengan deskripsi sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab Pendahuluan akan dipaparkan hal yang mendasari dilakukannya penelitian yaitu latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian,

manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab Tinjauan Pustaka akan dipaparkan mengenai teori-teori pendukung yang akan menjadi dasar pengerjaan penelitian ini dimulai dari risiko, manajemen risiko, ISO 31000:2018, metode Duckert, IDEF0, sasaran risiko, beberapa metode manajemen risiko, perlakuan risiko, dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI

Pada bab Metodologi akan dipaparkan tentang metodologi penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari *flowchart* penelitian serta penjelasan *flowchart* penelitian. Metodologi penelitian menggambarkan alur pelaksanaan penelitian serta kerangka berpikir yang akan digunakan dalam proses penelitian. Metodologi penelitian ini terdiri dari tahap identifikasi dan perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan interpretasi data, serta penarikan kesimpulan dan saran.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab Pengumpulan dan Pengolahan Data akan dipaparkan tentang hasil pengumpulan data dan proses pelaksanaan penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan di awal.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab Analisis dan Interpretasi Data akan dipaparkan analisis serta interpretasi terkait proses pengumpulan data serta pengolahan data. Analisis dan interpretasi akan dilakukan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab Kesimpulan dan Saran akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Saran akan diberikan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori-teori pendukung yang akan menjadi dasar pengerjaan penelitian ini dimulai dari risiko, manajemen risiko, ISO 31000:2018, metode Duckert, sasaran risiko, beberapa metode manajemen risiko, perlakuan risiko, dan penelitian terdahulu.

2.1 Risiko

Risiko dapat diartikan sebagai kombinasi dari dampak suatu peristiwa (termasuk ketika adanya suatu perubahan keadaan) dan kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut. Risiko juga dapat diartikan sebagai dampak dari ketidakpastian terhadap sasaran. (Susilo & Kaho, 2019). Menurut Vaughan (1978), risiko merupakan kesempatan terjadinya kerugian (*chance of loss*), kemungkinan terjadinya kerugian (*possibility of loss*), ketidakpastian (*uncertainty*), penyebaran hasil aktual dari hasil yang diharapkan (*the dispersion of actual from expected results*), dan probabilitas beberapa *outcome* yang berbeda dengan *outcome* yang diharapkan.

Menurut ISO 31000 (2018), risiko merupakan dampak dari ketidakpastian terhadap pencapaian sistem. Selain itu, terdapat catatan yang mendefinisikan kosa kata dalam pengertian tersebut sebagai berikut:

1. Dampak adalah suatu penyimpangan dari yang diharapkan, dapat positif maupun negatif.
2. Sasaran dapat mempunyai berbagai macam aspek (seperti aspek finansial, kesehatan dan keselamatan, lingkungan hidup), dan dapat diterapkan pada berbagai tingkatan organisasi (seperti tingkat strategis, operasional, proyek, produk, proses, dan lain-lain).
3. Risiko kerap dinyatakan dengan mengacu pada potensi suatu peristiwa dan dampak atau kombinasi dari keduanya.
4. Risiko sering disebut sebagai kombinasi dari dampak suatu peristiwa, dan digabungkan dengan kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut.

Ketidakpastian adalah keadaan, walaupun hanya sebagian, dari ketidakcukupan informasi tentang pemahaman atau pengetahuan terkait dengan suatu peristiwa, dampaknya dan kemungkinan terjadinya.

Risiko yang ada harus dikelola secara logis, sistematis, terstruktur dan terdokumentasi.

2.2 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah upaya atau kegiatan yang terkoordinasi untuk mengarahkan dan mengendalikan kegiatan perusahaan terhadap berbagai kemungkinan yang ada (ISO 31000, 2018).

Menurut Susilo dan Kaho (2011), terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan manajemen risiko, sebagai berikut:

1. Manajemen risiko memerlukan akuntabilitas dalam pengambilan keputusan, Hal ini merujuk pada perlunya keseimbangan antara tanggung jawab atas risiko dan kemampuan mengendalikan risiko.
2. Mengelola risiko memerlukan komunikasi. Manajemen risiko dilaksanakan dalam konteks sosial dimana terdapat interaksi antara organisasi dengan pemangku kepentingan, baik internal maupun eksternal
3. Manajemen risiko mempertimbangkan ancaman dan peluang. Potensi yang menghambat dapat disebut sebagai ancaman, sedangkan potensi yang mendorong merupakan peluang. Manajemen risiko perlu memperhatikan kedua hal ini dalam pencapaian sasaran yang ditentukan oleh perusahaan.
4. Manajemen risiko memerlukan pemikiran yang komprehensif dan mendasar. Manajemen risiko merupakan proses logis dan sistematis yang digunakan dalam mengambil keputusan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pencapaian sasaran yang ditetapkan oleh perusahaan
5. Manajemen risiko memerlukan pemikiran yang antisipatif ke depan. Kemampuan identifikasi mengenai apa yang mungkin terjadi dan bersiap mengantisipasi apa yang harus dilakukan bila hal-hal tertentu terjadi.
6. Manajemen risiko harus mempertimbangkan manfaat dan biaya. Kemampuan manajemen risiko untuk dapat mempertimbangkan biaya yang dibebankan

untuk mengatasi ancaman dibandingkan dengan manfaat yang diharapkan terjadi.

Menurut Frigo & Anderson (2007), manajemen risiko korporat atau manajemen risiko dengan pandangan strategis mampu melihat berbagai risiko fungsional yang memengaruhi pencapaian sasaran strategis perusahaan. Sehingga, manajemen risiko strategis akan mampu mengurangi dampak negatif pendekatan yang bersifat "silo".

Menurut Oktaresa (2017), Ketidakmampuan pendekatan berbasis silo dalam mengelola risiko tersebut melahirkan pendekatan baru terhadap manajemen risiko yaitu *Enterprise Risk Management* (ERM), yang sering juga disebut *strategic risk management*. ERM adalah konsep strategis yang lebih kuat dalam menangkap risiko organisasi yang signifikan dari perspektif pencapaian tujuan strategis organisasi, dengan memperhatikan spektrum komprehensif risiko dan konsekuensinya sebagai portofolio risiko yang saling terkait. Artinya, *risk register* dari masing-masing bagian tidak hanya merupakan tanggungjawab setiap bagian melainkan terkompilasi ke level yang lebih tinggi lagi, dan terbentuk sebuah portofolio risiko dari organisasi yang menyeluruh, memastikan bahwa risiko-risiko telah dianalisis, dikelola, dipantau, dan ditinjau kembali guna mendukung pencapaian tujuan strategis organisasi, bukan lagi hanya pencapaian tujuan dari masing-masing bagian saja.

Menurut Frigo dan Anderson (2007), keberhasilan mengintegrasikan manajemen risiko ke dalam perencanaan strategis adalah diperolehnya keseimbangan penanganan antara sasaran strategis organisasi, pencapaian kinerja, dan risiko terkait. Manajemen risiko strategis juga dapat membantu perusahaan menghindari kemungkinan untuk terlewatkan mengenali suatu risiko sehingga dapat membantu manajemen mengambil tindakan cepat untuk mengatasi risiko yang mungkin terjadi. Manajemen risiko strategis ini dimulai dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi bagaimana berbagai macam peristiwa dan skenario yang mungkin akan berdampak pada pelaksanaan strategi bisnis, termasuk dampak akhir pada pencapaian nilai-nilai perusahaan.

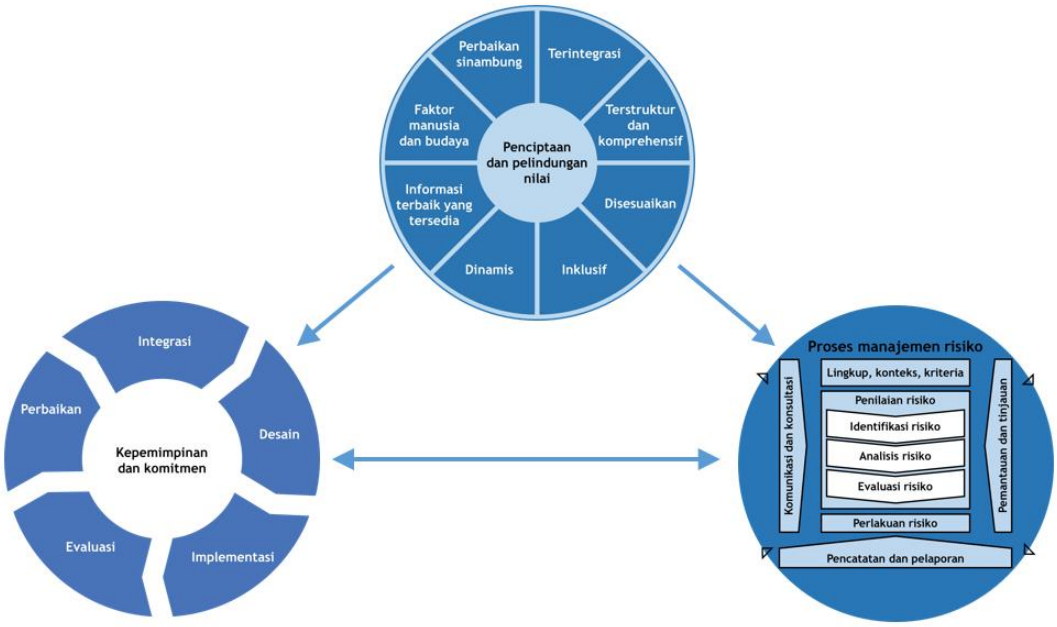
2.3 Manajemen Risiko ISO 31000:2018

ISO (*International Organization for Standardization*) merupakan organisasi yang telah menerbitkan lebih dari 21000 standar internasional untuk produk, proses, dan manajemen sistem. ISO 31000:2018 *Risk Management – Principles and Guidelines* merupakan salah satu standar internasional dalam bidang sistem manajemen. Standar manajemen risiko ISO 31000 merupakan standar generik yang dapat diterapkan untuk semua jenis industri, serta semua jenis risiko. ISO 31000 dapat diterapkan dalam lingkup organisasi, proyek, proses, atau unit kerja dalam organisasi.

Menurut Susilo dan Kaho (2018), beberapa hal penting yang harus dipahami dalam menerapkan manajemen risiko berbasis ISO 31000 adalah sebagai berikut:

a. Manajemen risiko bertujuan untuk menciptakan nilai dan melindungi nilai, membantu pencapaian sasaran perusahaan dan meningkatkan kinerja organisasi.
b. Manajemen risiko adalah bagian terpadu dari proses organisasi dan tata kelola organisasi (*corporate governance*) dan bukan kegiatan yang terpisah dan berdiri sendiri.
c. Penerapan manajemen risiko harus disesuaikan dengan konteks penerapannya, yaitu konteks eksternal dan internal organisasi sesuai kebutuhan.
d. Penerapan manajemen risiko harus mempertimbangkan faktor perilaku manusia dan budaya setempat.

Manajemen risiko memiliki seperangkat arsitektur berupa prinsip, kerangka kerja, dan proses dalam pengelolaan risiko (ISO 31000, 2018). Berikut merupakan model manajemen risiko ISO 31000:2018 yang menggambarkan prinsip, kerangka kerja, dan proses manajemen risiko.



Gambar 2.1 Prinsip, Kerangka Kerja, dan Proses Manajemen Risiko
(Sumber: ISO 31000, 2018)

Hubungan antara prinsip, kerangka kerja, dan proses manajemen risiko digambarkan pada Gambar 2.1. Prinsip manajemen risiko memberikan panduan mengenai bagaimana karakteristik manajemen risiko yang efektif dan efisien, menyampaikan nilai yang dikandung, serta menjelaskan maksud dan tujuannya. Prinsip ini digunakan sebagai landasan untuk mengelola risiko. Prinsip-prinsip tersebut adalah sebagai berikut.

1. Terintegrasi (*integrated*)
   Manajemen risiko adalah bagian terpadu dari semua kegiatan organisasi
2. Terstruktur dan menyeluruh (*structured and comprehensive*)
   Pendekatan yang terstruktur dan komprehensif pada manajemen risiko memberikan hasil yang konsisten dan dapat dibandingkan
3. Disesuaikan dengan kebutuhan penggunanya (*customized*)
   Kerangka kerja dan proses manajemen risiko harus disesuaikan dengan penggunanya dan sebanding dengan konteks internal serta eksternal, termasuk juga terhadap sasaran terkait.

4. Inklusif (*inclusive*)

   Keterlibatan para pemangku kepentingan secara memadai dan tepat waktu, akan membuat mereka mau berbagi pengetahuan, pandangan, dan persepsinya untuk menjadi bahan pertimbangan. Hasil dari proses ini adalah meningkatnya kesadaran para pihak terkait dan penerapan manajemen risiko yang matang.

5. Dinamis (*dynamic*)

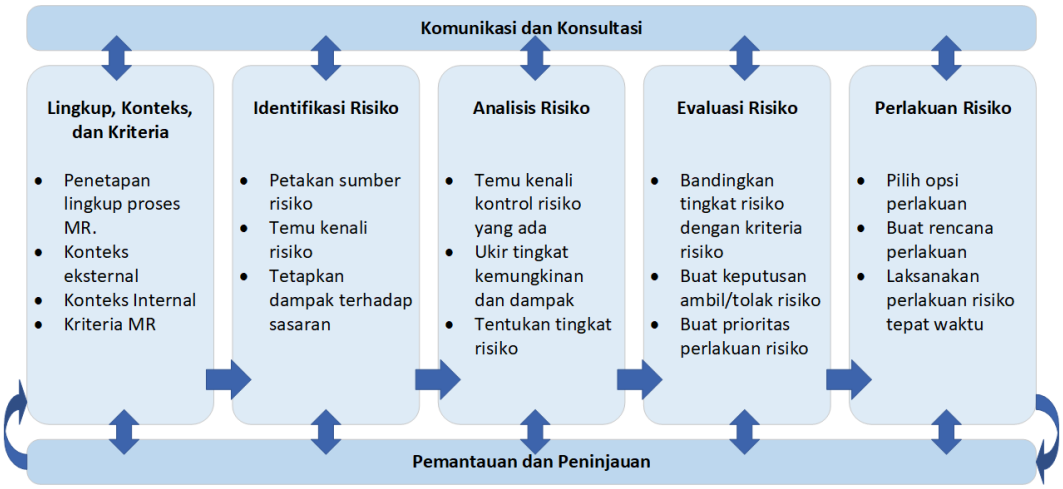
   Risiko dapat muncul, berubah, atau hilang ketika terjadi perubahan konteks eksternal maupun konteks internal. Manajemen risiko akan mengantisipasi, memindai, dan memahami, serta menangani perubahan dan peristiwa yang terjadi secara memadai dan tepat waktu.

6. Informasi yang tersedia (*best available information*)

   Masukan bagi manajemen risiko berdasarkan informasi historis dan informasi terkini dan juga prediksi atau harapan ke depan. Manajemen risiko secara tegas menyatakan memahami keterbatasan dari informasi yang tersedia dan juga ketidakpastian yang melekat pada informasi dan harapan tersebut. Informasi hendaknya tepat waktu, jelas, dan tersedia bagi para pemangku kepentingan terkait.

Menurut Susilo dan Kaho (2018), kerangka kerja manajemen risiko adalah *risk governance* yang meliputi kepemimpinan, akuntabilitas, dan pengawasan yang merupakan bagian dari tata kelola perusahaan secara keseluruhan. *Risk governance* juga meliputi pengembangan budaya sadar risiko dan praktik terbaik perusahaan. Integrasi manajemen risiko ke dalam proses perencanaan perusahaan merupakan bagian yang penting dalam tata kelola perusahaan dalam pencapaian sasaran dan peningkatan kinerja perusahaan. Dalam penerapannya, manajemen organisasi perlu menyesuaikan mekanisme dan aktivitas dalam komponen kerangka kerja manajemen risiko dengan kebutuhannya.

Proses manajemen risiko merupakan serangkaian langkah sistematis untuk membantu para pemilik sasaran mengelola peluang dan ancaman bagi ketercapaian sasaran secara sistematis, terukur, dan terkendali. Susilo dan Kaho (2018) menggambar ulang skema proses manajemen risiko ISO 31000:2018 untuk memberi kesan dinamis dan kemajuan proses.



Gambar 2.2 Proses Manajemen Risiko

(Sumber: Susilo dan Kaho, 2011)

Pada ISO 31000:2018, proses manajemen risiko dapat dijabarkan seperti pada Gambar 2.2 sebagai berikut:

1. Komunikasi dan Konsultasi

   Komunikasi dan konsultasi dengan *stakeholders* internal dan eksternal yang tepat harus dilakukan di dalam dan sepanjang proses manajemen risiko. Proses ini perlu dilakukan dalam setiap tahapan manajemen risiko

2. Lingkup, Konteks, dan Kriteria

   Lingkup, konteks, dan kriteria meliputi penentuan lingkup proses dan pemahaman konteks internal dan eksternal organisasi, serta kriteria untuk menilai tingkat risiko. Tujuan dari tahap ini adalah untuk merancang proses manajemen risiko yang khas sesuai dengan kebutuhan penggunanya untuk menunjang asesmen risiko yang efektif dan perlakuan risiko yang tepat.

3. Identifikasi Risiko

   Tujuan dari identifikasi risiko adalah untuk menjabarkan risiko yang dapat menunjang atau menghambat pencapaian sasaran organisasi. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam identifikasi risiko adalah sumber risiko nyata (*tangible*) dan tidak nyata (*intangible*); penyebab dan kejadian; ancaman dan peluang; kerentanan dan kemampuan; perubahan pada konteks eksternal dan internal; indikator timbulnya risiko; sifat, nilai aset, dan sumber daya; konsekuensi dan

dampak risiko terhadap sasaran; faktor-faktor yang berkaitan dengan waktu; bias, asumsi, dan anggapan dari para pihak yang terlibat.

4. Analisis Risiko

   Analisis risiko dilakukan untuk memahami sifat dan perilaku risiko, termasuk peringkat risiko. Analisis risiko harus mempertimbangkan faktor kemungkinan terjadinya suatu peristiwa dan dampaknya; sifat dan besarnya dampak; kompleksitas dan keterkaitannya; faktor waktu dan volatilitasnya; keefektifan dan pengendalian risiko yang ada; sensitivitas dan tingkat kepercayaan analisis. Analisis risiko memberikan masukan (*input*) untuk proses evaluasi, memberikan keputusan apakah suatu risiko perlu perlakuan dan bagaimana perlakuannya, serta strategi dan metode perlakuan risiko yang tepat.

5. Evaluasi Risiko

   Evaluasi risiko dilakukan untuk membantu proses pengambilan keputusan, termasuk proses penentuan apakah suatu tindakan lebih lanjut terhadap suatu risiko diperlukan. Evaluasi risiko mengarah pada keputusan untuk tidak melakukan apa-apa; mempertimbangkan opsi perlakuan risiko; melakukan analisis lebih lanjut untuk memahami risiko lebih baik; mempertahankan pengendalian risiko yang ada; mempertimbangkan ulang sasaran proses.

6. Perlakuan Risiko

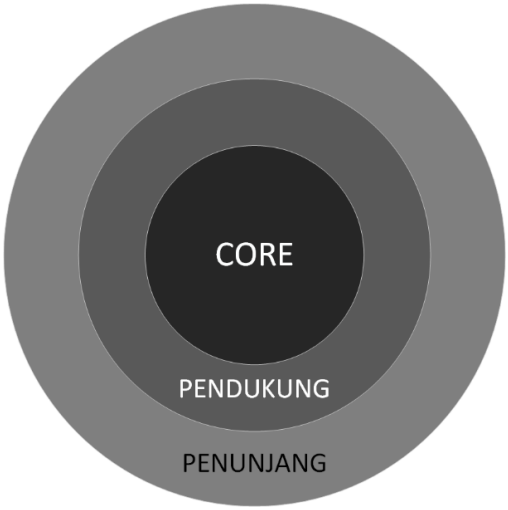
   Perlakuan risiko merupakan proses untuk memodifikasi risiko yang ada. Proses ini meliputi upaya untuk menyeleksi pilihan yang dapat mengurangi atau meniadakan dampak risiko, serta mengurangi atau meniadakan kemungkinan terjadinya risiko. Jenis dari perlakuan risiko ini antara lain menghindari risiko, berbagi risiko, mitigasi risiko, dan penerimaan risiko (Susilo & Kaho, 2019).

2.4 Metode Duckert

Risiko akan dikelompokkan sehingga mudah untuk dilakukan penanganan pada manajemen risiko. Kelompok ini dapat berupa risiko internal dan risiko eksternal, ataupun kategori risiko lainnya. Pembuatan kategori risiko ini memiliki banyak cara pendekatan yang dibuat oleh pakar. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam membuat kategori risiko adalah Metode Duckert yang diusulkan oleh Duckert, G.H. (2011).

Metode Duckert menggunakan pendekatan proses bisnis (*a business process approach*) dalam pembuatan kategori risiko. Perancangan model kategori risiko ini dimulai dari pertanyaan apakah bisnis itu. Pertanyaan yang timbul selanjutnya yaitu, kapan suatu bisnis akan dianggap berhasil dan apa yang dihasilkannya? Apakah organisasi mampu menggunakan sumber daya secara efektif dan efisien? Pertanyaan-pertanyaan ini mengarah pada proses bisnis utama (*core business process*) dari organisasi.

Metode Duckert memiliki keunggulan untuk mempermudah pemetaan ketiga fungsi bisnis proses pada struktur organisasi. Anggota organisasi dan manajemen akan lebih mudah untuk memahami kategori risiko yang mereka hadapi, yaitu risiko proses bisnis utama, risiko proses bisnis pendukung, dan risiko proses bisnis penunjang. Berikut ini merupakan gambaran tingkatan proses bisnis organisasi tersebut.



Gambar 2.3 Tiga Tingkatan Proses Bisnis Organisasi
(Sumber: Duckert, G.H., 2011. Practical Enterprise Risk Management – A Business Process Approach)

Proses bisnis utama merupakan bagian dari organisasi yang menghasilkan pendapatan dan juga bertanggung jawab dalam pengelolaan dana dan sumber daya lain secara efektif dan efisien. Proses bisnis utama juga merupakan proses yang dilakukan oleh organisasi sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan konsumen maupun pihak lain yang berkepentingan. Pada perusahaan manufaktur, proses

bisnis utama ini dapat dijalankan oleh proses produksi yang berfungsi untuk menghasilkan produk bagi konsumen.

Proses bisnis utama memerlukan bantuan dan dukungan dari proses bisnis lainnya untuk dapat bekerja dengan efektif dan efisien. Proses bisnis pendukung disebut juga *critical support units.* Proses ini berhubungan langsung dengan proses bisnis utama dalam mendukung pelaksanaan proses. Contoh proses pendukung adalah teknik dan rekayasa, sistem informasi, pemasaran dan penjualan, *supply chain management,* bagian perawatan dan utilitas, dan lain-lain. Selain proses bisnis pendukung, terdapat pula proses bisnis penunjang, atau disebut *periphery function.* Proses penunjang ini memberikan kontribusi ketika proses bisnis utama berfungsi dan beroperasi dengan baik. Proses ini menangani keperluan organisasi yang belum tertangani dengan baik, seperti *general affairs,* fungsi hukum, fungsi manajemen sumber daya manusia, pajak, dan keuangan.

2.5 IDEF0 (*Integration Definition for Function Modelling*)

IDEF0 (*Integration Definition Language 0*) merupakan metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemetaan proses bisnis. Metode ini diadaptasi untuk perusahaan manufaktur yang berasal dari metode SADT (*Structured Analysis and Design Technique*), yang dikembangkan oleh Douglas T. Ross dan SofTech, Inc ((Boucher & Yalcin, 2006). Model IDEF0 digunakan untuk menganalisis proses bisnis secara fungsional dan mampu menampilkan keterkaitan antar proses bisnis yang terdapat pada suatu *enterprise. Enterprise* ini meliputi perusahaan, divisi, proyek, dan fungsi yang memiliki keterkaitan antar manusia, sistem, dan lingkungan di sekitarnya (Feldmann, 1998).

Pemodelan proses bisnis dengan model IDEF0 dapat dilakukan dengan menggunakan tujuh prinsip (Feldmann, 1998) sebagai berikut.

1. Model harus dapat menggambarkan cakupan permasalahan secara akurat
2. Model harus memiliki struktur *hierarchical*, *modular*, dan *top down.*
3. Model harus dipisahkan dengan bagaimana sistem berjalan (*design*)
4. Model harus dapat merefleksikan objek dan proses yang terjadi
5. Model harus dipresentasikan dalam bentuk grafis

6. Model harus mencakup peraturan, cara kerja, dan integrasi kerja di dalam tim
7. Model harus dapat menampilkan semua informasi dalam bentuk tulisan

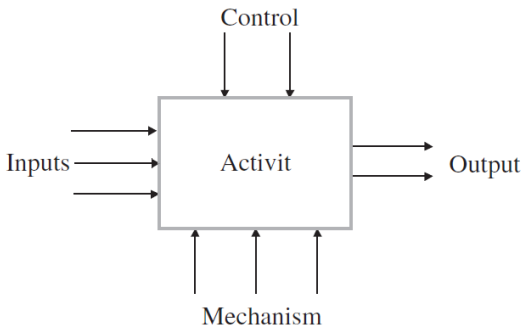
IDEF0 terdiri dari 2 aspek, yaitu grafis (diagram) dan teks. Diagram ini meliputi *building block* yang terbagi menjadi 2, yaitu aktivitas (*function*) serta *input, control, output* dan *mechanism* (ICOM) (Bevilacqua, 2012). *Function* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Aktivitas, proses, operasi, atau *action*
2. Deskripsi mengenai apa yang terjadi dari masing-masing lingkungan
3. Dijalankan oleh orang, mesin, atau komputer
4. Ditandai dengan kata kerja aktif atau frase kata kerja

Sedangkan, ICOM dapat dijelaskan sebagai berikut

1. *Input:* faktor yang melandasi aktivitas terjadi, digambarkan dengan menggunakan garis panah ke kiri menuju box aktivitas
2. *Output:* hasil dari aktivitas yang dilakukan, digambarkan dengan garis panah dari *box* aktivitas ke arah kanan
3. *Control:* standard atau hal-hal dalam aktivitas yang digambarkan dengan garis panah dari atas menuju ke *box* aktivitas
4. *Mechanism: resource* yang digunakan seperti *staf,* alat, atau mesin yang digunakan untuk menunjang keberlangsungan aktivitas. Digambarkan dengan garis panah ke atas menuju *box* aktivitas.

Berikut ini merupakan diagram IDEF0 yang menggambarkan *function, input, output, control,* dan *mechanism.*



Gambar 2.4 Diagram IDEF0
(Bevilacqua, 2012)

2.6 Sasaran Risiko

Definisi risiko berdasarkan ISO 31000 dan tercantum dalam ISO Guide 73:2009 menyatakan bahwa: "*Risiko adalah ketidakpastian yang berdampak pada sasaran".* Definisi ini disebut sebagai *objective centric,* dimana sasaran sebagai jangkar risiko (Susilo & Kaho, 2019). Seluruh aktivitas organisasi dilaksanakan dalam rangka mencapai sasaran yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, semua aktivitas yang direncanakan, termasuk rencana pelaksanaan proses manajemen risiko, harus dimulai dengan penetapan sasaran (Susilo & Kaho, 2019). Sasaran ini dapat diambil dari berbagai tingkatan organisasi. Sasaran dapat berbentuk sasaran finansial, sasaran penjualan, sasaran produksi, dan lain-lain.

Metode *Process Matrix Approach* yang dikembangkan oleh Active Strategy, Inc. (2009) dan diadaptasi oleh Wimconsult (2014) dapat digunakan untuk menyusun sasaran proses manajemen risiko yang selaras dengan sasaran perusahaan. Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat tabel matriks dengan sasaran organisasi di bidang manajemen risiko pada sisi horizontal dan urutan proses bisnis yang dijalankan beserta output di sisi vertikal
2. Menentukan output mana berkontribusi pada sasaran organisasi bidang manajemen risiko yang mana
3. Output yang berkontribusi pada sasaran organisasi dapat dikembangkan rumusan sasaran pelaksanaan proses manajemen risiko yang memenuhi kriteria SMART (*specific, measurable, achievable, relevant/realistic, time bound).*

Setelah sasaran ditetapkan, pemilik risiko dapat membuat pemetaan tahapan proses kerja yang dijalankan untuk mencapai sasaran tersebut dan memetakan output dari setiap tahap dalam proses kerja. Setelah proses untuk mencapai sasaran telah ditetapkan, maka selanjutnya adalah pemetaan konteks internal untuk mendapatkan gambaran tentang kekuatan dan kelemahan organisasi yang dihadapi untuk menjalankan proses mencapai sasaran tersebut (Susilo & Kaho, 2019). Menurut Kaoru Ishikawa (1968), terdapat lima faktor internal yang dapat dikaji untuk mendapatkan informasi tentang kekuatan dan kelemahan internal organisasi yang memengaruhi pencapaian berbagai sasaran organisasi, yaitu:

a. Sumber daya manusia (SDM)

b. Metode (kebijakan, proses, prosedur)
c. Material (bahan input bagi proses)
d. Mesin (sarana dan prasarana)
e. Manajemen (jajaran pimpinan organisasi)

2.7 Metode Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010

Pada standar manajemen risiko berbasis ISO 31000, terdapat banyak pilihan metode yang tertulis pada standar internasional tentang teknik penilaian risiko. Dokumen standar ini adalah ISO 31010 yang dirilis pada tahun 2018. Dokumen ini berisi 31 pilihan metode atau teknik yang sistematis sebagai panduan dalam menjalankan tahapan penilaian risiko pada manajemen risiko (IEC/ISO 31010, 2009).

Tabel *applicability of tools used for risk assessment* pada dokumen ISO 31010 seperti pada Tabel 2.1 berisi pilihan *tools* atau teknik yang dapat digunakan untuk proses penilaian risiko. Penilaian risiko ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Proses analisis risiko juga dibagi menjadi tiga bagian, yaitu dalam analisis konsekuensi atau dampak, analisis *probability* atau kemungkinan terjadi, dan *level of risk* atau tingkat risiko. Setiap teknik penilaian risiko diberikan keterangan ukuran tentang seberapa mudah teknik tersebut dapat diaplikasikan pada setiap tahapan proses *risk assessment.* Keterangan ini dibagi menjadi tiga, yaitu *strongly applicable, not applicable,* dan *applicable.*

Tabel 2.1 Pilihan Metode Penilaian Risiko

Tools and techniques	Risk assessment process					See Annex
	Risk Identification	Risk analysis			Risk evaluation	
		Consequence	Probability	Level of risk		
Brainstorming	SA[1)]	NA[2)]	NA	NA	NA	B 01
Structured or semi-structured interviews	SA	NA	NA	NA	NA	B 02
Delphi	SA	NA	NA	NA	NA	B 03
Check-lists	SA	NA	NA	NA	NA	B 04
Primary hazard analysis	SA	NA	NA	NA	NA	B 05
Hazard and operability studies (HAZOP)	SA	SA	A[3)]	A	A	B 06
Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)	SA	SA	NA	NA	SA	B 07
Environmental risk assessment	SA	SA	SA	SA	SA	B 08
Structure « What if? » (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA	B 09
Scenario analysis	SA	SA	A	A	A	B 10
Business impact analysis	A	SA	A	A	A	B 11
Root cause analysis	NA	SA	SA	SA	SA	B 12
Failure mode effect analysis	SA	SA	SA	SA	SA	B 13
Fault tree analysis	A	NA	SA	A	A	B 14
Event tree analysis	A	SA	A	A	NA	B 15
Cause and consequence analysis	A	SA	SA	A	A	B 16
Cause-and-effect analysis	SA	SA	NA	NA	NA	B 17
Layer protection analysis (LOPA)	A	SA	A	A	NA	B 18
Decision tree	NA	SA	SA	A	A	B 19
Human reliability analysis	SA	SA	SA	SA	A	B 20
Bow tie analysis	NA	A	SA	SA	A	B 21
Reliability centred maintenance	SA	SA	SA	SA	SA	B 22
Sneak circuit analysis	A	NA	NA	NA	NA	B 23
Markov analysis	A	SA	NA	NA	NA	B 24
Monte Carlo simulation	NA	NA	NA	NA	SA	B 25
Bayesian statistics and Bayes Nets	NA	SA	NA	NA	SA	B 26
FN curves	A	SA	SA	A	SA	B 27
Risk indices	A	SA	SA	A	SA	B 28
Consequence/probability matrix	SA	SA	SA	SA	A	B 29
Cost/benefit analysis	A	SA	A	A	A	B 30
Multi-criteria decision analysis (MCDA)	A	SA	A	SA	A	B 31

[1)] Strongly applicable.

[2)] Not applicable.

[3)] Applicable.

Sumber: (IEC/ISO 31010, 2009)

Menurut ISO 31010, pemilihan teknik harus dipilih berdasarkan faktor-faktor sebagai berikut:

a. Tujuan penelitian

b. Kebutuhan pengambilan keputusan

c. Jenis dan rentang risiko yang dianalisis
d. Potensi besarnya konsekuensi
e. Ketersediaan informasi dan data
f. Kebutuhan untuk memperbarui penerapan penilaian risiko
g. Persyaratan dan kontrak

Metode-metode yang dapat dipilih dalam manajemen risiko memiliki tingkat kesulitan yang beragam. Tujuan dari masing-masing penggunaan metode juga berbeda-beda. Seluruh penjelasan metode secara detail tercantum dalam ISO 31010 ini.

2.8 *Semi-Structured Interview*

Teknik *semi-structured interview* merupakan salah satu teknik manajemen risiko yang tercantum dalam pilihan teknik di ISO 31010. Teknik ini sangat cocok digunakan pada tahap identifikasi risiko karena mendapat klasifikasi *strongly applicable* pada tahap tersebut. Sehingga, teknik ini dapat direkomendasikan dalam tahap identifikasi risiko pada proses manajemen risiko.

Teknik *semi-structure interview* dapat dilakukan dengan melakukan wawancara kepada narasumber dengan memberikan pertanyaan yang sudah disiapkan sebelumnya. Teknik ini sering digunakan untuk mengidentifikasi risiko atau untuk menilai efektifitas dari pengendalian risiko (IEC/ISO 31010, 2009)

Sebelum melaksanakan teknik *semi-structured interview*, diperlukan beberapa input yang perlu dipersiapkan, yaitu tujuan dari dilaksanakannya wawancara, daftar narasumber yang sudah dipilih, dan daftar pertanyaan yang akan diberikan kepada narasumber. Pewawancara dapat mengeksplorasi jawaban narasumber dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan tambahan. Teknik ini menghasilkan output berupa sudut pandang dan pemahaman narasumber terhadap risiko yang ada (IEC/ISO 31010, 2009).

Menurut ISO 31010, teknik ini memiliki tiga kelebihan, yaitu proses wawancara secara langsung akan memungkinkan timbulnya pemikiran yang lebih mendalam terhadap masalah. Teknik ini juga memungkinkan pewawancara untuk memiliki waktu yang cukup untuk berpikir tentang suatu masalah. Selain itu, teknik

ini juga dapat melibatkan pemangku kepentingan lebih banyak daripada teknik *brainstorming.*

2.9 *Fault Tree Analysis*

Fault Tree Analysis adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang dapat berkontribusi dalam kemunculan *undesired event* atau kegagalan. Faktor-faktor penyebab kegagalan ini diidentifikasi secara terstruktur dalam gambaran diagram pohon yang menggambarkan faktor penyebab kegagalan dan hubungannya dengan *undesired event* tersebut. Faktor penyebab kegagalan dapat meliputi kegagalan *hardware*, kegagalan mesin, maupun *human errors* (IEC/ISO 31010, 2009).

Manfaat dari penggunaan metode *fault tree analysis* adalah (Priyanta, 2000):

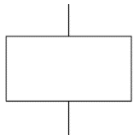
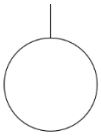
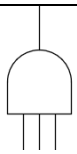
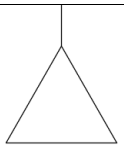
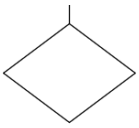
1. Dapat menentukan faktor penyebab yang kemungkinan besar menimbulkan kegagalan
2. Menemukan tahapan kejadian yang kemungkinan besar sebagai penyebab kegagalan
3. Menganalisa kemungkinan sumber-sumber risiko sebelum kegagalan timbul
4. Menginvestigasi suatu kegagalan

Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk menggunakan metode *fault tree analysis* adalah sebagai berikut (Blanchard, 2004).

1. Menentukan kejadian paling atas/utama dalam sistem
2. Membuat pohon kesalahan
3. Analisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi cara menghilangkan atau memperbaiki kejadian yang mengarah pada kegagalan

Dalam membangun pohon kesalahan, terdapat beberapa simbol yang dapat digunakan. Tabel 2.2 menggambarkan simbol dan keterangan simbol pada metode *fault tree analysis* seperti berikut.

Tabel 2.2 Simbol pada Metode *Fault Tree Analysis*

Simbol	Nama	Keterangan
	*Top Event* atau *Intermediate Event*	Penyimpangan yang tidak diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari sistem
	*Basic Event*	Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak diperlukan analisis lebih
	*AND Gate*	*Logic Event:* hubungan secara logika antara input dan output yang dinyatakan dalam AND dan OR
	OR Gate	
	*Transfer Gate*	Simbol ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain
	*Undeveloped Event*	Kejadian dasar (*Basic Event*) yang tidak bisa dikembangkan lebih lanjut karena tidak tersedianya informasi.

Sumber: (Blanchard, 2004)

2.10 *Root Cause Analysis*

Teknik *root cause analysis* merupakan salah satu teknik yang tercantum pada ISO 31010 dalam pilihan teknik untuk proses manajemen risiko. *Root cause* merupakan suatu kegagalan atau kerusakan pada suatu proses yang apabila dapat ditangani akan mencegah terjadinya lagi suatu masalah. *Root cause analysis* adalah suatu usaha pemecahan atau penyelesaian masalah dengan melakukan investigasi terhadap insiden, permasalahan, sesuatu yang menjadi fokus, ataupun sesuatu yang tidak selaras (Bhattacharya & Phil, 2014). Kelebihan dari penggunaan teknik ini

adalah eliminasi kejadian yang berulang, pendokumentasian data, dan peningkatan kepuasan konsumen (IEC/ISO 31010, 2009)

Salah satu teknik yang dapat digunakan pada *root cause analysis* adalah *five whys.* Teknik ini sering digunakan pada tahap analisis risiko dan dalam ISO 31010 dikategorikan *strongly applicable.* Teknik ini dilakukan dengan cara mempertanyakan 'mengapa' secara berulang, sehingga akan ditemukan bahwa pemicu atau dasar penyebab risiko terjadi adalah jawaban terakhir yang didapatkan. Teknik ini digunakan untuk melihat apa yang menyebabkan suatu risiko terjadi., sehingga perlakuan risiko maupun tindakan pencegahan yang diberikan dapat memberikan efek yang efektif.

2.11 *Failure Mode Effect Analysis*

Failure Mode Affect Analysis (FMEA) adalah teknik yang mengidentifikasi bagaimana suatu sistem atau proses dapat mengalami kegagalan dalam mencapai tujuan beserta dengan dampak apa saja yang terjadi dengan adanya kegagalan tersebut (IEC/ISO 31010, 2009). FMEA mengidentifikasi seluruh kemungkinan penyebab kegagalan, dampak kegagalan, mekanisme kegagalan, dan bagaimana cara menghindari maupun mitigasi kegagalan pada suatu sistem.

FMEA dilakukan dengan fokus pada pencegahan cacat, meningkatkan keselamatan, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. FMEA hanya berfokus pada proses dan produk, tetapi mampu menghasilkan manfaat yang besar (McDermott, et al., 2009). Dalam menggunakan metode FMEA, diperlukan beberapa informasi sebagai input proses. Informasi tersebut berupa gambar atau *flow chart* proses dari keseluruhan sistem maupun langkah-langkah proses. Selain itu juga diperlukan pemahaman mengenai fungsi dari seluruh proses pada sistem beserta dampak apa yang terjadi ketika suatu kegagalan muncul. Data historis juga dapat mendukung proses FMEA bila tersedia.

Menurut ISO 31010, FMEA dapat dilakukan dengan proses sebagai berikut:

1. Menentukan lingkup dan tujuan manajemen risiko
2. Memahami sistem dan proses yang akan dianalisis
3. Menjabarkan sistem dalam komponen-komponen atau langkah-langkah tertentu
4. Menentukan tujuan dari setiap komponen

5. Mengidentifikasi bagaimana kegagalan dapat terjadi setiap komponen, bagaimana mekanismenya, apa dampaknya, dan bagaimana cara mendeteksi kegagalan tersebut.

Selanjutnya, FMEA dapat dilanjutkan dengan mengidentifikasi *level of risk* dan *risk priority number*. *Level of risk* atau tingkat risiko dapat diperoleh dengan menggabungkan konsekuensi dengan probabilitas kegagalan. Tingkat risiko ini dapat menunjukkan posisi masing-masing risiko terhadap risiko lainnya. *Risk priority number* (RPN) adalah ukuran risiko yang diperoleh dengan cara mengalikan angka dari skala penilaian konsekuensi atau *severity*, probabilitas atau *occurrence*, dan kemampuan untuk mendeteksi masalah (*detection*).

Sedangkan, menurut McDermott, tahapan dalam implementasi FMEA terdiri dari 10 tahap sebagai berikut (McDermott, et al., 2009).

2.10.1 Review the Process or Product

Blueprint atau *flowchart* proses akan dipelajari secara rinci untuk melihat keseluruhan operasi dari proses yang akan dianalisis menggunakan FMEA. Apabila *flowchart* tidak tersedia, maka tim harus membuat terlebih dahulu sebelum mulai melakukan proses FMEA. *Flowchart* ini akan membantu memahami keseluruhan proses dan akan membuat tim terbiasa dalam menggunakan dan memahami proses yang akan dianalisis. Dalam penjabaran proses ini dapat melibatkan seorang ahli yang memiliki pemahaman terkait proses yang akan dianalisis.

2.11.2 Brainstorm Potential Failure Modes

Setelah tim memiliki pemahaman yang sama terkait produk atau proses, tim dapat melakukan *brainstorming* mengenai kegagalan potensial yang dapat mempengaruhi proses manufaktur dan kualitas dari produk, sehingga ide-ide dari seluruh anggota tim akan dibutuhkan. Fokus *brainstorming* dapat diberikan pada elemen yang berbeda, seperti *people, methods, equipment, materials,* dan *environment* dari produk atau proses supaya dapat menghasilkan mode kegagalan potensial secara menyeluruh.

2.11.3 List Potential Effects for Each Failure Mode

Pada tahap selanjutnya, tim dapat melakukan *review* setiap mode kegagalan dan mengidentifikasi potensi dampak kegagalan yang mungkin terjadi. Setiap mode kegagalan dapat memiliki satu atau lebih dari satu dampak.

Pendataan daftar potensi dampak kegagalan dari setiap mode kegagalan harus dilakukan secara detail karena hasilnya akan dimasukkan ke dalam penentuan peringkat risiko.

2.11.4 Assign a Severity Ranking for Each Effect

Pada tahap ini akan diberikan penilaian yang menggambarkan tingkat keseriusan dampak atau konsekuensi yang timbul apabila mode kegagalan terjadi. Penilaian ini akan mempertimbangkan tingkat keparahan berdasarkan pengetahuan dan keahlian dari anggota tim. Berikut ini merupakan contoh tabel indikator *severity.*

Tabel 2.3 Ranking *Severity*

Effects of Severity	***Criteria***	***Rank***
No Effect	Kegagalan tidak memberikan dampak	1
Annoyance	Kegagalan memberikan dampak yang berpengaruh pada minoritas pelanggan (<25)	2
	Kegagalan memberikan dampak yang berpengaruh pada beberapa pelanggan (50%)	3
	Kegagalan memberikan dampak yang berpengaruh pada kebanyakan pelanggan (>75)	4
Loss or Degradation of Secondary Function	Kegagalan memberikan dampak pada penurunan fungsi sampingan sistem	5
	Kegagalan memberikan dampak pada hilangnya fungsi sampingan sistem	6
Loss or Degradation of Primary Function	Kegagalan memberikan dampak pada penurunan fungsi utama sistem	7
	Kegagalan memberikan dampak pada hilangnya fungsi utama sistem	8

Tabel 2.3 Ranking *Severity* (lanjutan)

Effects of Severity	***Criteria***	***Rank***
Failure to Meet Safety and/or Regulatory Requirements	Kegagalan dapat membahayakan operator dan sistem, terdapat peringatan terlebih dahulu	9
	Kegagalan dapat membahayakan operator dan sistem, tanpa ada peringatan	10

Sumber: (McDermott, et al., 2009)

2.11.5 Assign an Occurrence Ranking for Each Failure Mode

Pada tahap ini akan diberikan penilaian yang menggambarkan tingkat *occurrence* mode kegagalan terjadi. Penilaian ini dapat menggunakan data aktual berdasarkan *form* dari *failure* atau *process capability data.* Apabila data aktual tidak tersedia, maka tim dapat melakukan estimasi seberapa sering mode kegagalan mungkin terjadi. Berikut ini merupakan contoh tabel indikator *occurrence.*

Tabel 2.4 Ranking *Occurrence*

Likelihood of Failure	***Criteria***	***Rank***
Very Low	Kegagalan dapat dieliminasi melalui langkah preventif	1
Low	≤0,001 per 1.000 1 dari 100.000	2
	0,01 per 1.000 1 dari 100.000	3
Moderate	0,1 per 1.000 1 dari 10.000	4
	0,5 per 1.000 1 dari 2.000	5
	2 per 1.000 1 dari 500	6
High	10 per 1.000 1 dari 100	7
	20 per 1.000 1 dari 500	8
	50 per 1.000 1 dari 20	9

Tabel 2.4 Ranking *Occurrence* (lanjutan)

Likelihood of Failure	***Criteria***	***Rank***
Very High	≥100 per 1.000 ≥1 per 10	10

Sumber: (McDermott, et al., 2009)

2.11.6 Assign a Detection Ranking for Each Failure Mode and/or Effect

Seberapa jauh tim dapat mendeteksi kegagalan atau dampak dari kegagalan disebut *detection ranking.* Pada tahap ini dapat dilakukan identifikasi *current controls* yang mungkin dapat mendeteksi kegagalan atau dampak dari kegagalan. Apabila *current controls* tidak tersedia, maka nilai *likelihood* dari *detection* akan menjadi sangat rendah, sehingga akan didapatkan nilai *detection* yang tinggi. Berikut ini merupakan contoh tabel indikator *detection.*

Tabel 2.5 Ranking *Detection*

Likelihood of Detection	***Criteria***	***Rank***
Almost Certain	Sistem pengecekan pasti mendeteksi kegagalan	1
Very High	Sistem pengecekan hampir pasti mendeteksi kegagalan	2
High	Sistem pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	3
Moderately High	Sistem pengecekan memiliki peluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan	4
Moderate	Sistem pengecekan memiliki peluang besar bisa mendeteksi kegagalan	5
Low	Sistem pengecekan memiliki kemungkinan dapat mendeteksi kegagalan	6
Very Low	Sistem pengecekan memiliki peluang kecil dapat mendeteksi kegagalan	7
Remote	Sistem pengecekan memiliki peluang sangat kecil dapat mendeteksi kegagalan	8
Very Remote	Sistem pengecekan tidak mampu mendeteksi kegagalan	9

Tabel 2.5 Ranking *Detection* (lanjutan)

Likelihood of Detection	***Criteria***	***Rank***
Almost Impossible	Sistem pengecekan tidak memiliki kemungkinan mendeteksi adanya kegagalan	10

Sumber: (McDermott, et al., 2009)

2.11.7 Calculate the Risk Priority Number for Each Failure Mode

Setelah seluruh indikator *severity*, *occurrence*, dan *detection* ditetapkan, tim dapat melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). RPN akan menunjukkan nilai prioritas dari risiko.

$$RPN = Severity \times Occurence \times Detection \quad (2.1)$$

Keterangan

RPN : *Risk Priority Number*

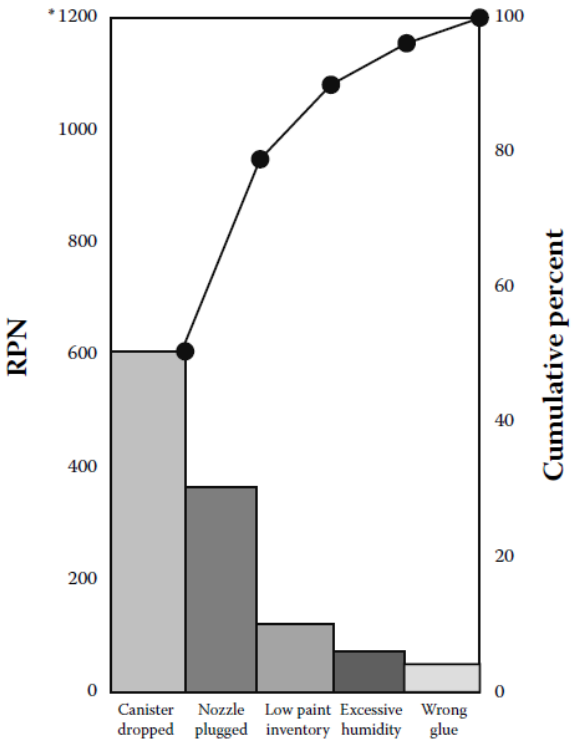
Severity : Tingkat dampak suatu risiko

Occurrence : Tingkat frekuensi atau kemunculan suatu risiko

Detection : Tingkat kemampuan mendeteksi suatu risiko

2.11.8 Prioritize the Failure Modes for Action

Mode kegagalan akan diprioritaskan berdasarkan *ranking* dari nilai RPN tertinggi sampai terendah, *Pareto diagram* digunakan pada tahap ini untuk melihat 80% dari total RPN dalam FMEA yang dipengaruhi oleh 20% potensi kegagalan. Gambar 2.5 menunjukkan contoh gambaran *pareto diagram* dari risiko.



Gambar 2.5 *Pareto Diagram* Risiko

(Sumber: McDermott, et al., 2009)

2.11.9 Take Action to Eliminate or Reduce the High-Risk Failure Mode

Tindakan perlu dilakukan untuk mengurangi risiko kegagalan pada tiap proses. Tindakan ini dapat fokus pada pengurangan salah satu atau lebih dari tingkat *severity*, pengurangan tingkat *occurrence*, atau pengurangan tingkat *detection.* Idealnya, mode kegagalan dapat dieliminasi sepenuhnya, sehingga nilai RPN akan mendekati nol.

Pengurangan tingkat *severity* dapat dilakukan untuk risiko yang menyebabkan cedera, misalnya dengan penggunaan APD. Pengurangan tingkat *detection* merupakan tindakan yang paling mudah dilakukan dengan memperbaiki kualitas *current control* dengan meningkatkan *detectability* kegagalan sehingga dapat lebih mudah mendeteksi kegagalan pada proses. Namun biasanya tindakan ini menimbulkan biaya yang relatif tinggi dan tidak selalu meningkatkan kualitas produk.

2.11.10 Calculate the Resulting RPN as the Failure Modes Are Reduced

Tim memberikan penilaian baru terhadap nilai *severity, occurrence,* dan *detection* serta melakukan perhitungan RPN baru setelah melakukan tindakan eliminasi risiko. Hasil RPN yang baru akan dibandingkan dengan RPN awal dengan menggunakan *pareto diagram.*

Keunggulan dari penggunaan metode FMEA pada manajemen risiko adalah metode ini dapat diterapkan secara luas pada mode kegagalan manusia, peralatan, maupun prosedur pada sistem, Metode ini dapat mengidentifikasi mode kegagalan komponen, penyebab kegagalan, dan pengaruh kegagalan terhadap sistem dalam format yang mudah dibaca. Metode FMEA juga dapat memberikan masukan bagi pemantauan dan pengembangan sistem dengan fokus pada komponen-komponen utama yang kritis bagi pencapaian target perusahaan (IEC/ISO 31010, 2009).

2.12 Perlakuan Risiko

Perlakuan risiko merupakan proses untuk memodifikasi risiko yang ada. Proses ini meliputi upaya untuk menyeleksi pilihan yang dapat mengurangi atau meniadakan dampak risiko, serta mengurangi atau meniadakan kemungkinan terjadinya risiko. Selanjutnya, pilihan hasil seleksi perlakuan risiko tersebut dapat diterapkan.

Proses perlakuan risiko dimulai dari pemberian asesmen terhadap perlakuan risiko sampai memberikan perkiraan tingkat risiko yang tersisa. Tingkat risiko yang tersisa ini dapat diterima ataupun tidak. Tingkat risiko yang tidak diterima dapat dicari alternatif perlakuan risiko lainnya. Proses tersebut dilakukan secara berulang sampai tingkat risiko yang tersisa dapat diterima sesuai dengan kriteria yang dibuat oleh perusahaan.

Perlakuan risiko ini terdiri dari beberapa jenis (Susilo & Kaho, 2019), yaitu:

a. Menghindari risiko (*risk avoidance*)

   Risiko dapat dihindari untuk meniadakan risiko sepenuhnya dengan cara tidak melakukan kegiatan atau aktivitas yang diperkirakan memiliki risiko dengan tingkat risiko yang lebih tinggi dari tingkat penerimaan risiko organisasi. Namun, perlakuan risiko dengan cara ini sebaiknya digunakan

dengan beberapa pertimbangan. Hal ini dikarenakan karena menunda ataupun membatalkan aktivitas dapat menimbulkan dampak biaya tinggi. Alternatif aktivitas pengganti juga perlu diberikan untuk menggantikan aktivitas berisiko ini.

b. Berbagi risiko (*risk sharing/transfer*)

Risiko yang dimiliki dapat dipindahkan kepada individu lain, entitas bisnis lain, maupun organisasi lain. Namun, perlakuan risiko ini bukan berarti mengurangi dampak risiko tersebut, tetapi hanya memindahkan tanggung jawab ke pihak lain. Pada akhirnya, dampak risiko tetap dipegang oleh pemangku risiko utama (*principal risk owner*). Perlakuan risiko ini dapat menimbulkan dampak yang lebih besar apabila pihak penerima risiko tidak menyadari seberapa besar dampak yang dapat ditimbulkan atau tidak mampu untuk menyerap risiko tersebut.

Perlakuan risiko dengan cara pemindahan ini dapat dilakukan dengan fasilitas asuransi, subkontrak, *outsourcing*, perjanjian bagi hasil (*financial agreement*), dan *joint operation.* Dalam pelaksanaan pemindahan risiko ini, perusahaan perlu mempertimbangkan apa yang menjadi tujuan pihak lain tersebut, serta bagaimana kemampuannya dalam menyerap risiko yang terjadi.

c. Mitigasi risiko (*risk mitigation*)

Mitigasi risiko adalah perlakuan risiko yang bertujuan untuk mengurangi risiko. Bentuk pengurangan risiko ini dapat berupa pengurangan kemungkinan terjadinya risiko, pengurangan kerugian yang diakibatkan bila risiko tersebut terjadi, dan diversifikasi risiko.

d. Penerimaan risiko (*risk acceptance*)

Risiko dapat diterima apabila penerimaan risiko dirasa lebih ekonomis. Strategi ini juga dapat dilakukan apabila tidak ada alternatif lain untuk menghindari risiko, berbagi risiko, ataupun melakukan mitigasi. Penerimaan risiko juga termasuk penerimaan risiko tersisa (*residual risk*) setelah dilakukan perlakuan risiko sebelumnya.

2.13 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi pengerjaan penelitian ini. Berikut ini merupakan beberapa penelitian yang berhubungan dengan manajemen risiko.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Kategori	Metode *Risk Identification*	Metode *Risk Assessment*	Scope	*Risk Management*	*Risk Mapping*	*Risk Mitigation*
1	Andreas Haga S.	2016	Tugas Akhir	FTA	FMECA	Proses bisnis	V	V	V
2	Muhammad Gilang Aria	2017	Tugas Akhir	*Semi-structured interview, root cause analysis*	*Consequence/ Probability matrix*	Proses bisnis	V	V	V
3	Innosensius Robin	2018	Tugas Akhir	*Checklist, interview*	*Consequence/ Probability matrix*	Korporat	V		V

Pada Tugas Akhir yang disusun oleh Andreas Haga, sasaran manajemen risiko yang dibuat adalah pencapaian visi perusahaan. Identifikasi risik dilakukan dengan *fault tree analysis* dan didapatkan risiko sejumlah 62 risiko. Setelah penilaian risiko dilakukan, didapatkan 17 risiko yang memerlukan tindakan *corrective* dan 45 risiko tidak memerlukan tindakan *corrective.* Pada penelitian ini didapatkan 31 upaya mitigasi risiko sebagai saran untuk perusahaan.

Pada Tugas Akhir yang disusun oleh Muhammad Gilang Aria, sasaran manajemen risiko yang dilakukan adalah untuk pencapaian target produksi setiap tahun. Metode yang digunakan pada tahap identifikasi risiko adalah *semi structured interview* dan *root cause*

analysis dan didapatkan sejumlah 33 risiko. Setelah dilakukan penilaian risiko dengan *probability matrix,* didapatkan 12 risiko yang menjadi prioritas bagi perusahaan untuk dilakukan pengendalian risiko.

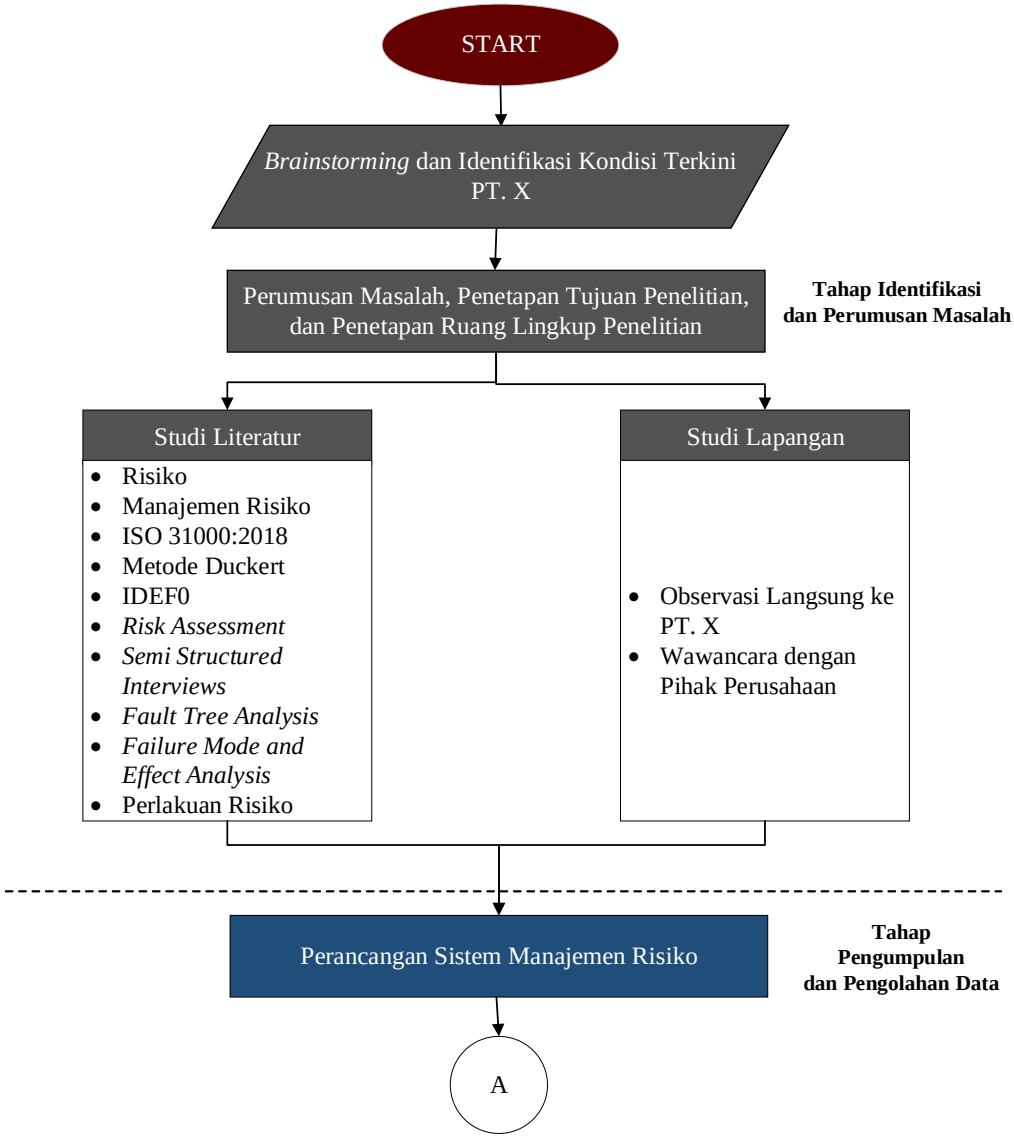
Pada Tugas Akhir yang disusun oleh Innosensius Robin, penelitian implementasi manajemen risiko dilakukan dalam lingkup korporat. Metode yang digunakan pada tahap identifikasi risiko adalah metode *checklist* dan *interview*, sedangkan pada tahap penilaian risiko menggunakan *probability matrix.* Penelitian ini menghasilkan 59% jenis risiko operasional level tinggi, 27% risiko level menengah, dan 14% risiko level rendah. Perlakuan risiko yang diberikan adalah berbagi, mitigasi, dan menerima risiko

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

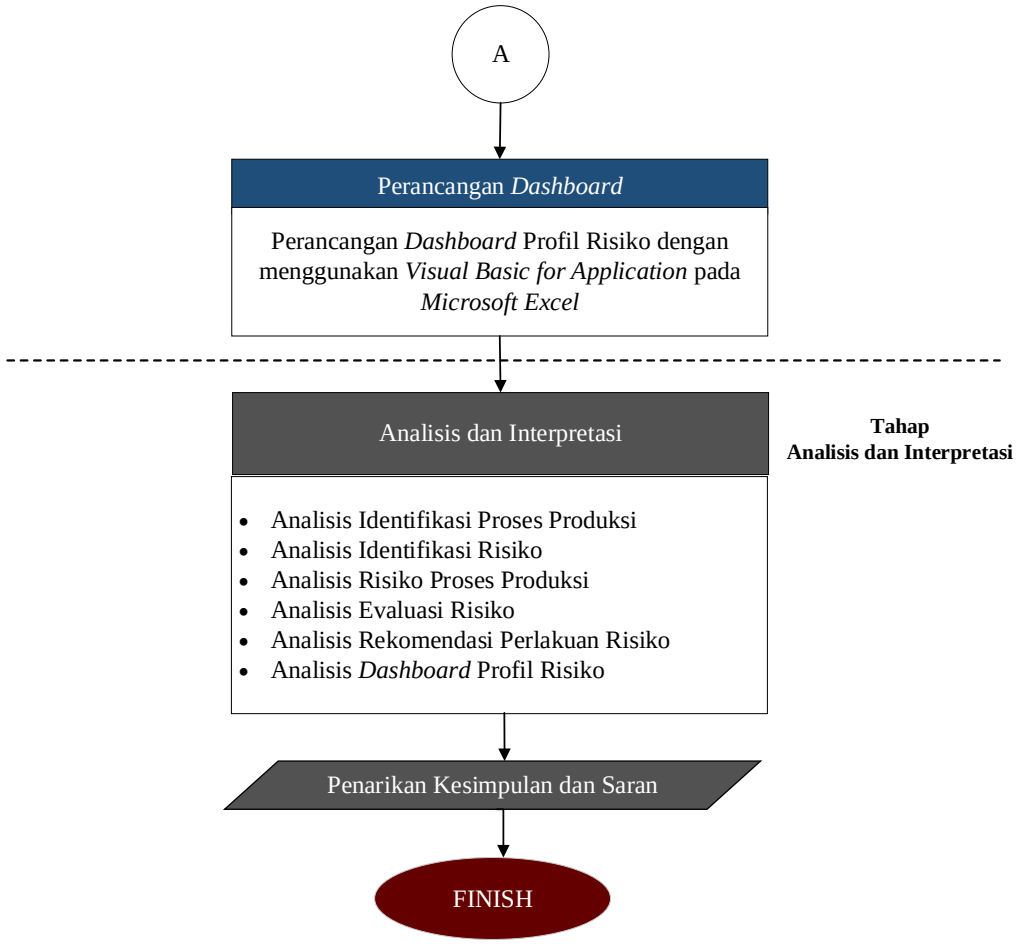
Pada bab ini akan dipaparkan tentang metodologi penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari *flowchart* penelitian serta penjelasan *flowchart* penelitian.

3.1 Flowchart Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir yang disajikan dalam bentuk *flowchart.*



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir



Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir (lanjutan)

3.2 Penjelasan Flowchart

Berikut ini merupakan penjelasan *flowchart* metodologi penelitian yang berupa langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

3.2.1 Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan proses *brainstorming* dan identifikasi kondisi terkini dari proses bisnis pada PT. X, perumusan masalah, penetapan tujuan penelitian dan ruang lingkup penelitian, serta studi literatur dan studi lapangan.

a. *Brainstorming* dan Identifikasi Kondisi Terkini PT. X

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan informasi awal dengan cara observasi dan diskusi langsung dengan pihak perusahaan. *Brainstorming* dilakukan terkait kondisi terkini dari PT. X.

b. Perumusan Masalah, Penetapan Tujuan, dan Penetapan Ruang Lingkup Penelitian

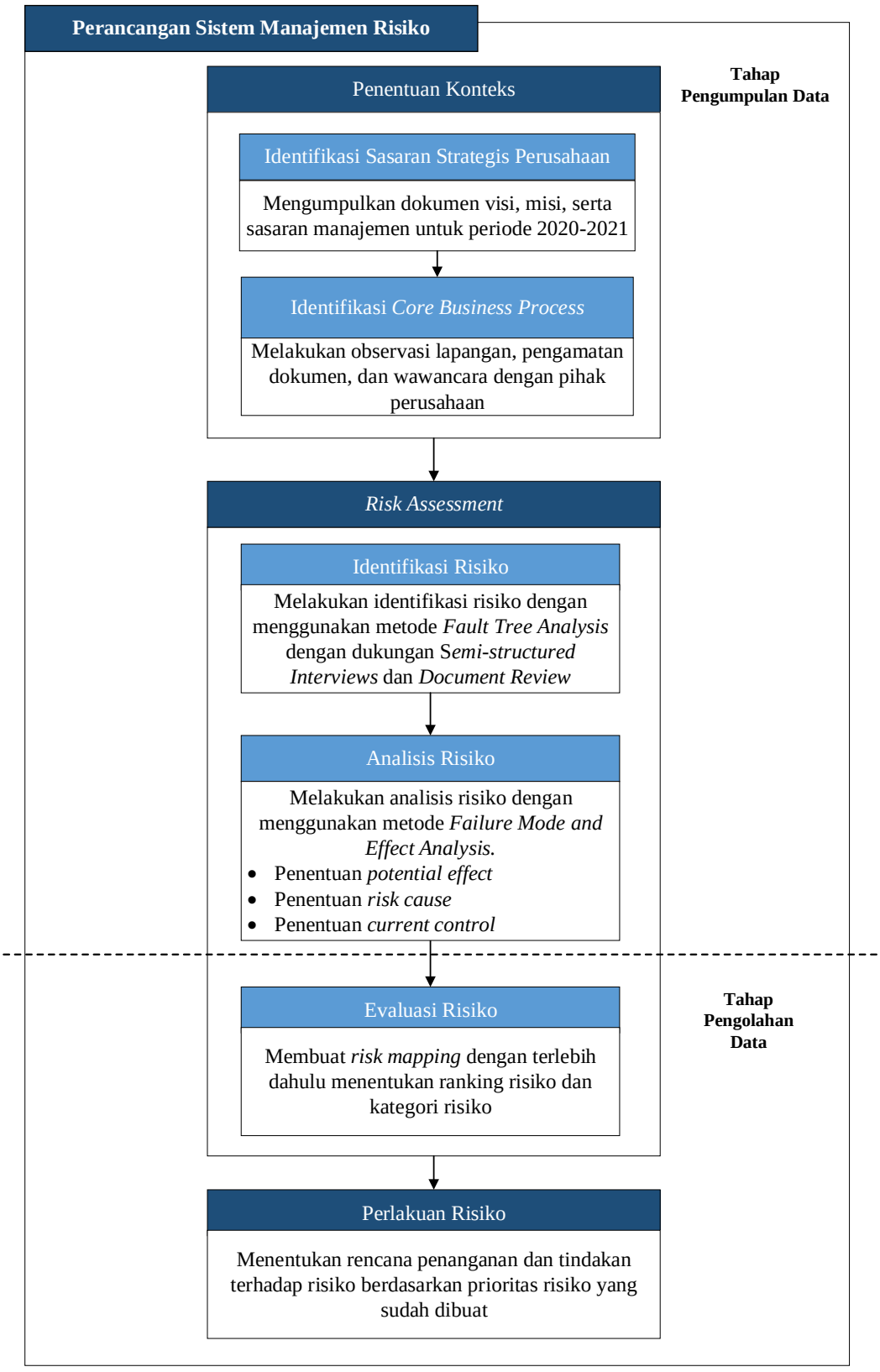
Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang akan diselesaikan berdasarkan hasil identifikasi kondisi terkini PT. X. Rumusan masalah ini akan menjadi topik yang akan diselesaikan dalam penelitian ini. Penetapan tujuan dan ruang lingkup penelitian dilakukan berdasarkan masalah yang telah ditentukan. Penetapan ruang lingkup penelitian berisi batasan dan asumsi dari pengerjaan penelitian yang akan menjadi fokus permasalahan yang diteliti untuk menghindari terjadinya perluasan masalah.

c. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Pembelajaran perlu dilakukan sebagai dasar awal penelitian melalui studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur yang menjadi pembelajaran untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini meliputi teori risiko, manajemen risiko, ISO 31000:2018, metode Duckert, IDEF0, *risk assessment, semi structured interviewed, fault tree analysis, failure mode and effect analysis,* dan perlakuan risiko. Sedangkan studi lapangan dilakukan dengan mempelajari dan memahami kondisi terkini melalui observasi langsung ke PT. X dan melakukan wawancara langsung dengan pihak perusahaan.

3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data dilakukan perancangan manajemen risiko menggunakan standar ISO 31000:2018 dengan proses seperti pada Gambar 3.3. Tahap perancangan manajemen risiko diawali dengan penentuan konteks yang berisi identifikasi sasaran strategis perusahaan dan identifikasi *core business process* perusahaan. Selanjutnya, dilakukan tahap *risk assessment* yang meliputi proses identifikasi risiko dan analisis risiko. Sedangkan, pada tahap pengolahan data dilakukan proses evaluasi risiko, penentuan perlakuan risiko dan perancangan *dashboard* profil risiko.



Gambar 3.3 *Flowchart* Penelitian Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000

a. Penentuan Konteks

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan sasaran perusahaan yang akan diteliti sebagai objek manajemen risiko. Selanjutnya, akan dilakukan identifikasi *core business process* pada PT. X. Identifikasi proses bisnis dilakukan melalui wawancara langsung dengan pihak perusahaan, melakukan *document review*, serta memahami aliran proses produksi yang digambarkan dengan menggunakan *flowchart.*

Penentuan konteks akan dilakukan dengan *scope* internal dan eksternal sesuai dengan arahan dari standar ISO 31000.

(i) Konteks Internal

Pada tahap ini akan dilakukan *review* dokumen *Strategic Planning, Objective and Target,* dan *Program Planning* untuk setiap departemen. Selanjutnya akan dilakukan identifikasi input, output, pihak yang terlibat, serta penanggung jawab untuk setiap tahapan proses yang diwakili oleh tiap departemen.

(ii) Konteks Eksternal

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi untuk proses produksi terkait *supplier,* subkontraktor, ataupun pihak lain yang terlibat.

b. *Risk Assessment*

Pada tahap ini *risk assessment* akan dilakukan dalam 3 tahap, yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko.

1) Identifikasi risiko

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi potensi risiko dari aktivitas-aktivitas yang ada pada *core business process* PT. X. Identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan metode *fault tree analysis* dengan dukungan *semi structured interview* dan *document review*. Wawancara dilakukan dengan manajer di area *mill site.* Dokumen yang diamati dalam proses identifikasi risiko adalah dokumen AMDAL, *Process Control, Operating Procedure,* dan *Working Instruction.* Elemen yang akan diidentifikasi adalah material, mesin, manusia, dan metode yang digunakan dalam setiap tahapan proses.

2) Analisis risiko

Risk assessment dilakukan dengan menggunakan tiga indikator penilaian yaitu *potential effect, risk cause*, dan *current control* yang didapatkan dari hasil wawancara dan *document review*. Penilaian dengan kuesioner akan diberikan pada manajer produksi di area *mill site (expert judgement*). Perhitungan RPN dilakukan dengan menggunakan perkalian nilai dari masing-masing indikator. Nilai *severity, occurrence*, dan *detection* ditentukan bersama pihak perusahaan dengan batasan berupa penggunaan skala 1 sampai 5.

3) Evaluasi risiko

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan *ranking* risiko berdasarkan besar RPN yang telah dihitung di tahap sebelumnya. Selanjutnya, penentuan kategori risiko dibuat melalui diskusi dengan pihak perusahaan dengan mempertimbangkan kategori risiko pada standar manajemen lain yang telah diterapkan.

c. Perlakuan Risiko

Pada tahap ini akan dilakukan mitigasi terkait risiko yang telah teridentifikasi, sehingga perusahaan dapat mengetahui metode pengelolaan risiko yang dapat dilakukan untuk setiap risiko. Penentuan perlakuan risiko dilakukan dengan *brainstorming* bersama dengan pihak perusahaan.

Selanjutnya, dilakukan tahap perancangan *dashboard* profil risiko yang dilakukan dengan menggunakan *Visual Basic for Application* (VBA) pada *software Microsoft Excel*. *Dashboard* profil risiko ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengelola dan memantau risiko serta menjadi panduan dalam pengambilan keputusan terkait proses produksi.

3.2.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan yaitu analisis identifikasi proses produksi, analisis identifikasi risiko, analisis risiko proses produksi, analisis

evaluasi risiko, analisis rekomendasi perlakuan risiko, dan analisis *dashboard* profil risiko.

3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini kesimpulan akan ditarik berdasarkan tujuan dari penelitian yang telah ditetapkan. Saran akan diberikan untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dipaparkan pengumpulan dan pengolahan data yang terdiri dari gambaran umum dan profil perusahaan, identifikasi *core business process* perusahaan, identifikasi risiko pada proses produksi *pulp*, evaluasi risiko, penentuan rencana perlakuan risiko, dan perancangan *dashboard* profil risiko yang dilakukan pada penelitian ini.

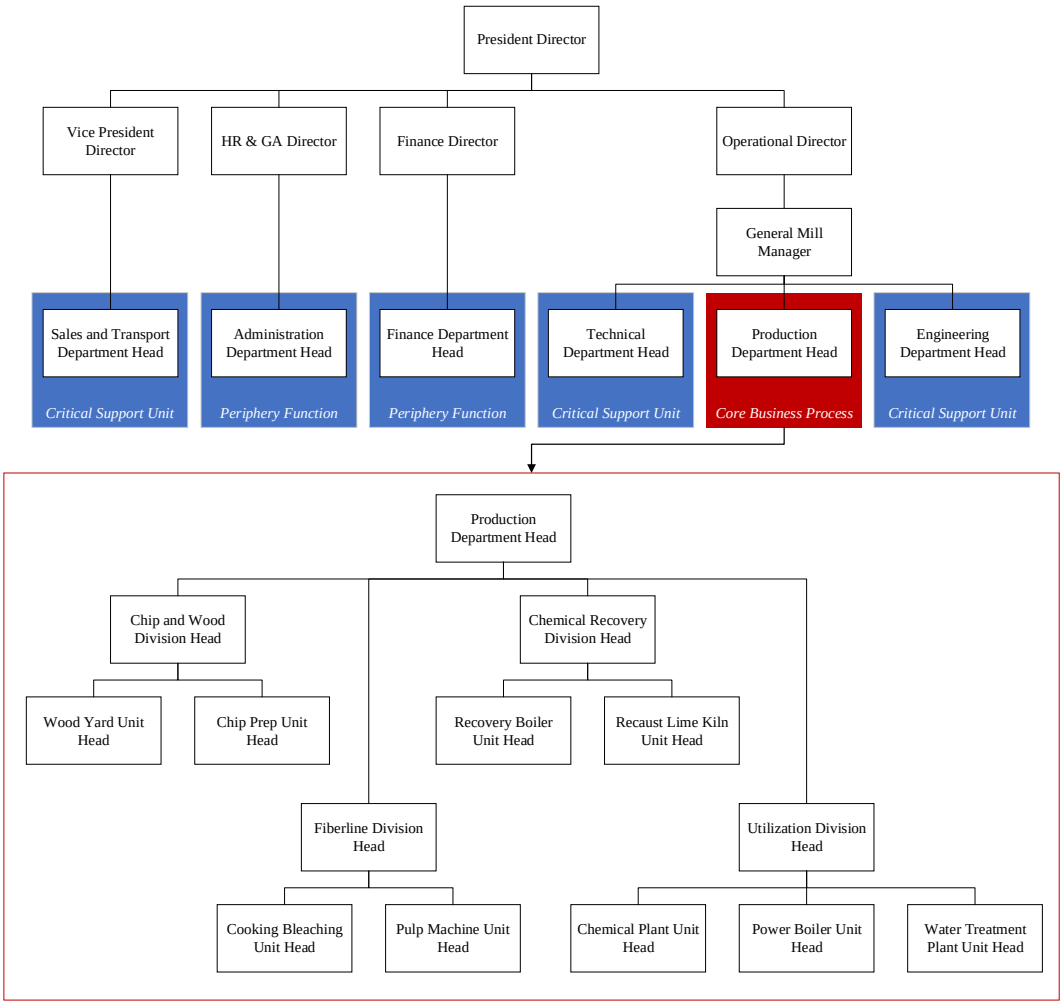
4.1 Gambaran Umum dan Profil Perusahaan

PT. X merupakan perusahaan multi nasional dengan produk utama berupa *pulp* atau bubur kertas dengan kualitas tinggi yang terletak di provinsi Sumatera Selatan. Pembangunan PT. X didorong oleh banyaknya pohon *Acacia mangium* yang ditanam di Sumatera Selatan pada tahun 1991. Selain itu, sumber daya air di sekitar lokasi perusahaan juga melimpah. *Pulp* mulai diproduksi pada bulan Desember 1999.

PT. X merupakan perusahaan penghasil *pulp* pertama di dunia yang menggunakan bahan baku berupa *Acacia mangium dengan proporsi 100%.* Bahan baku ini diperoleh dari PT. Y selaku *sister company.* Kapasitas produksi *pulp* sebesar 470.000-ton *pulp* per tahun dengan jenis HBKP atau *Hardwood Bleached Kraft Pulp.* Konsumen produk *pulp* dari PT. X merupakan perusahaan penghasil uang kertas, kertas rokok, tisu, dan kemasan kertas dari berbagai negara seperti Cina, Jepang, Korea, Taiwan, maupun Indonesia. Luas area kawasan industri PT. X adalah 1250 Ha yang meliputi area pabrik (*mill site*) dari gerbang penerimaan *raw material* sampai ke *warehouse*, area perumahan karyawan (*town site*), lahan pengolahan limbah (*landfill*), dan kawasan hijau (*buffer zone*).

Berikut ini merupakan struktur organisasi yang ditampilkan pada Gambar 4.1 dan sasaran strategis PT. X.

4.1.1 Struktur Organisasi



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. X

(Sumber: PT. X)

Secara garis besar, PT. X terdiri dari enam departemen yang menjalankan fungsinya masing-masing untuk mendukung keberlangsungan perusahaan. Berdasarkan penentuan kategori risiko berdasarkan model Duckert, *core business process* meliputi proses produksi yang dijalankan oleh *Production Department*. *Critical support units* meliputi proses pemasaran dan penjualan dan proses pengelolaan rantai pasok yang dijalankan oleh *Sales and Transport Department*, serta proses perawatan utilitas dan *maintenance* yang dijalankan oleh *Technical Department* dan *Engineering Department.* Sedangkan, bagian *periphery function* meliputi fungsi hukum, fungsi *general affair*, fungsi manajemen sumber daya

manusia, dan fungsi keuangan yang dijalankan oleh *Administration Department* dan *Finance Department.*

Departemen Produksi terdiri dari empat divisi yang meliputi divisi *chip and wood,* divisi *fiber line,* divisi *chemical recovery,* dan divisi pengadaan utilitas yang akan dipaparkan pada tahap identifikasi *core business process* perusahaan.

4.1.2 Sasaran Strategis Perusahaan

Berikut ini merupakan sasaran perusahaan yang dijadikan sasaran risiko pada penelitian ini.

4.1.2.1 Visi

Untuk mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan di industri *pulp* & paper dan beroperasi secara harmonis bersama seluruh pemangku kepentingan dan lingkungan demi terciptanya kesejahteraan dan kualitas hidup jangka panjang yang lebih baik.

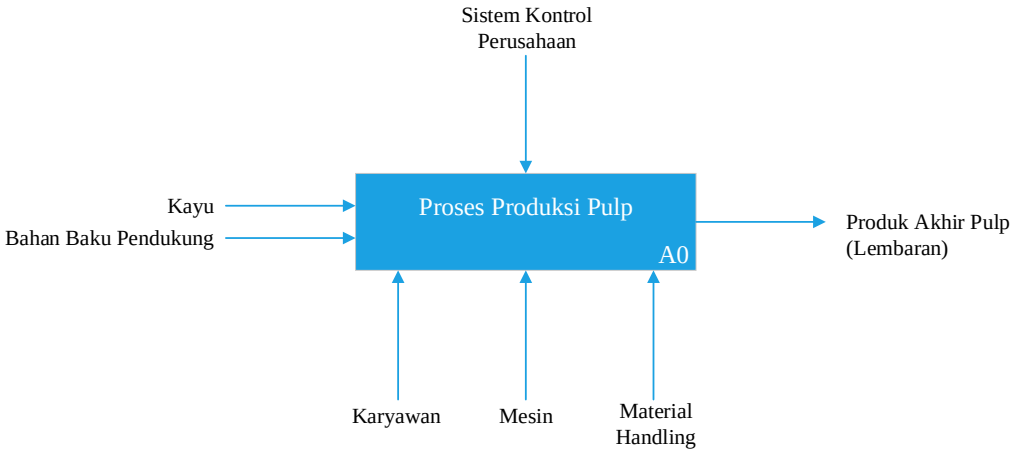
4.1.2.2. Sasaran dan Rencana Manajemen Periode 2020-2021 (Nomor 1)

a. Target produksi tahunan adalah 440.983 Adt, dengan rincian sebagai berikut
    i. *Acacia mangium* (AM) adalah 95.004 Adt atau 1.330 Adt per hari
b. 99% kualitas pulp

4.2 Identifikasi *Core Business Process* Perusahaan

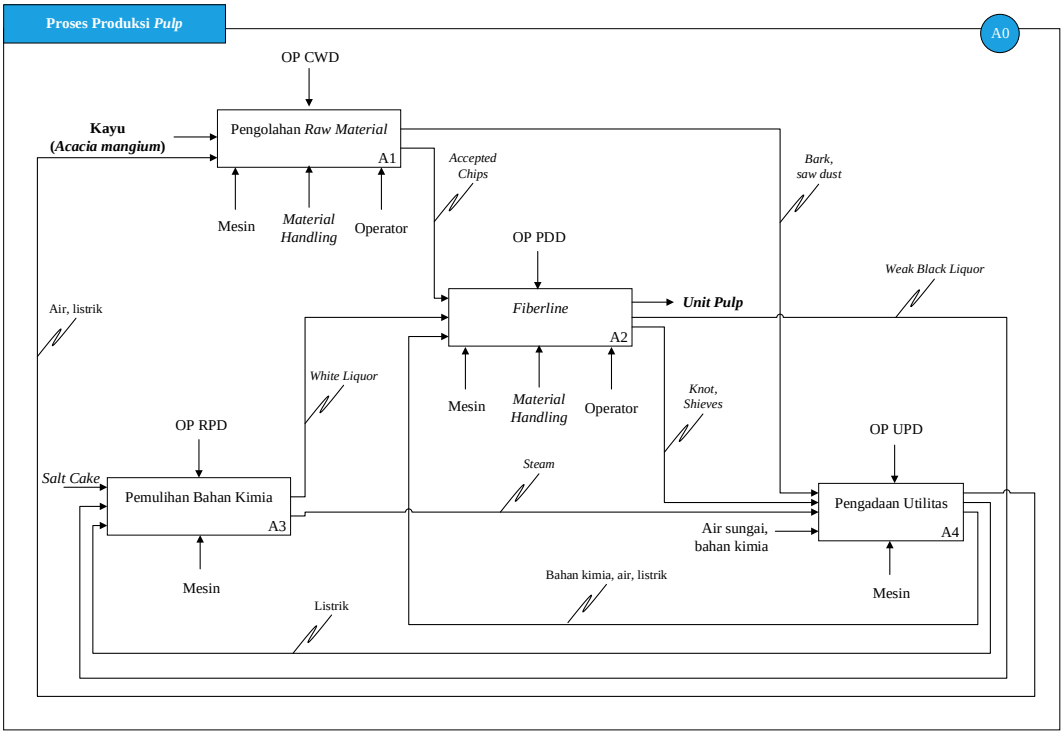
Pada subbab ini akan dipaparkan identifikasi dari setiap tahapan proses produksi sebagai bentuk tahap penentuan konteks sesuai standar ISO 31000. Konteks internal didapatkan dari identifikasi input, output, sumber daya yang terlibat, serta kontrol untuk setiap tahapan proses. Sedangkan, konteks eksternal didapatkan dari identifikasi *supplier,* subkontraktor ataupun pihak lain yang terlibat.

Identifikasi proses produksi dilakukan dengan menggunakan *Integration Definition Language* 0 (IDEF0) untuk setiap tahapan dalam proses produksi *pulp.* Berikut ini merupakan penjabaran proses produksi secara umum dengan menggunakan IDEF0 (level 0) pada proses produksi *pulp* di PT. X.



Gambar 4.2 Proses Produksi *Pulp* (Level 0)

Proses produksi *pulp* di PT. X dibagi menjadi empat bagian besar, yaitu proses pengolahan *raw material*, proses *fiber line*, proses pemulihan bahan kimia, dan proses pengadaan utilitas. Gambar 4.3 menunjukkan proses produksi *pulp* dengan menggunakan IDEF0 level 1 yang menggambarkan proses produksi beserta hubungan antar proses.



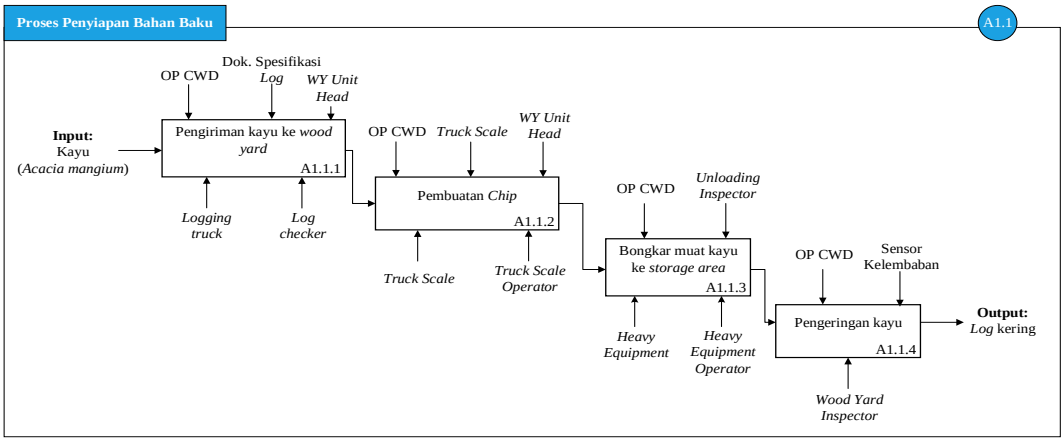
Gambar 4.3 Proses Produksi Pulp (Level 1)

Berikut ini merupakan deskripsi dan penjabaran proses produksi *pulp* pada PT. X.

4.2.1 Proses Pengolahan Raw Material

Proses yang dilakukan pertama kali pada proses produksi *pulp* adalah proses pengolahan *raw material*. Proses *raw material* dijalankan oleh divisi *chip and wood*. Proses pengolahan *raw material* ini dimulai dari proses penyiapan bahan baku kayu oleh unit *wood yard* dan dilanjutkan dengan proses pembuatan *chip* oleh unit *chip handling*. Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses pengolahan *raw material*.

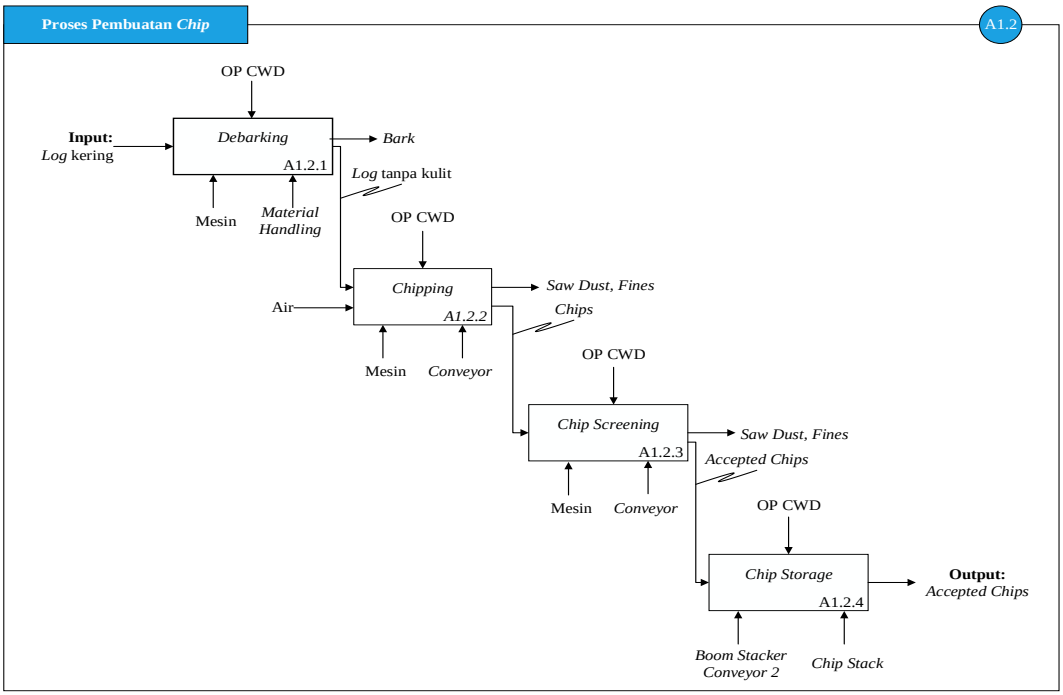
4.2.1.1. Proses Penyiapan Bahan Baku Kayu



Gambar 4.4 Bagan Proses Penyiapan Bahan Baku

Proses penyiapan bahan baku ditampilkan pada Gambar 4.4. Proses ini terdiri dari aktivitas pengiriman kayu dari *supplier* menuju *wood yard*, penimbangan kayu, bongkar muat kayu ke *storage area*, sampai aktivitas pengeringan kayu.

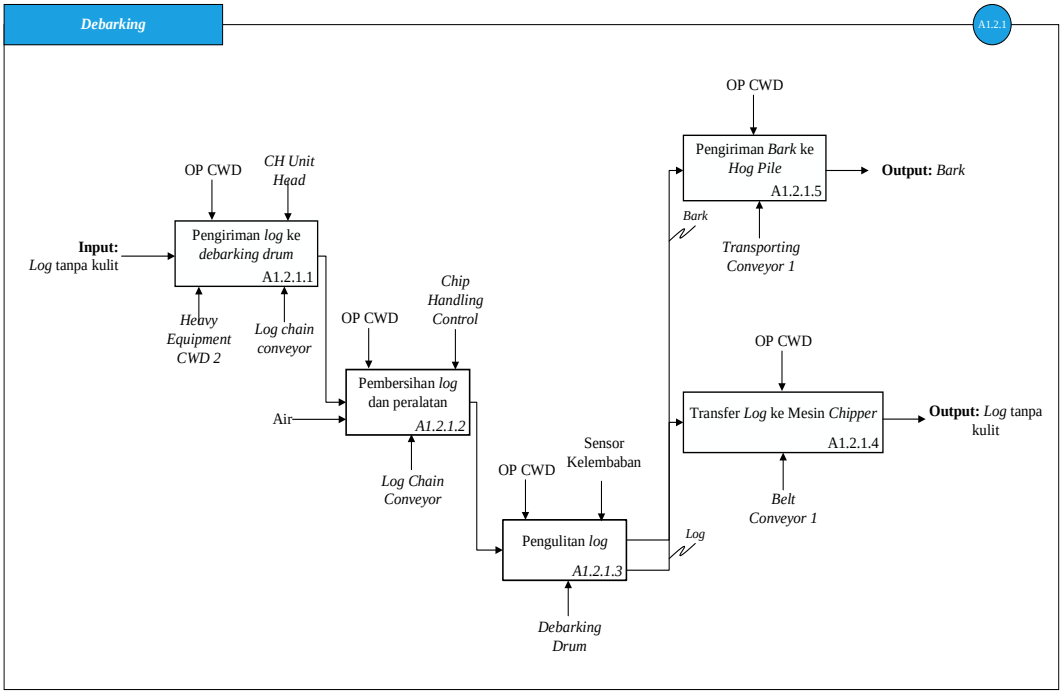
4.3.1.1 Proses Pembuatan *Chip*



Gambar 4.5 Bagan Proses Pembuatan *Chip*

Berdasarkan Gambar 4.5, proses pembuatan *chip* dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu proses pengulitan *log* (*debarking*), proses pembentukan *chip* (*chipping*), proses pengayakan *chip* (*chip screening*), dan proses penyimpanan *chip* (*chip storage*). Berikut ini merupakan penjabaran aktivitas proses pembuatan *chip.*

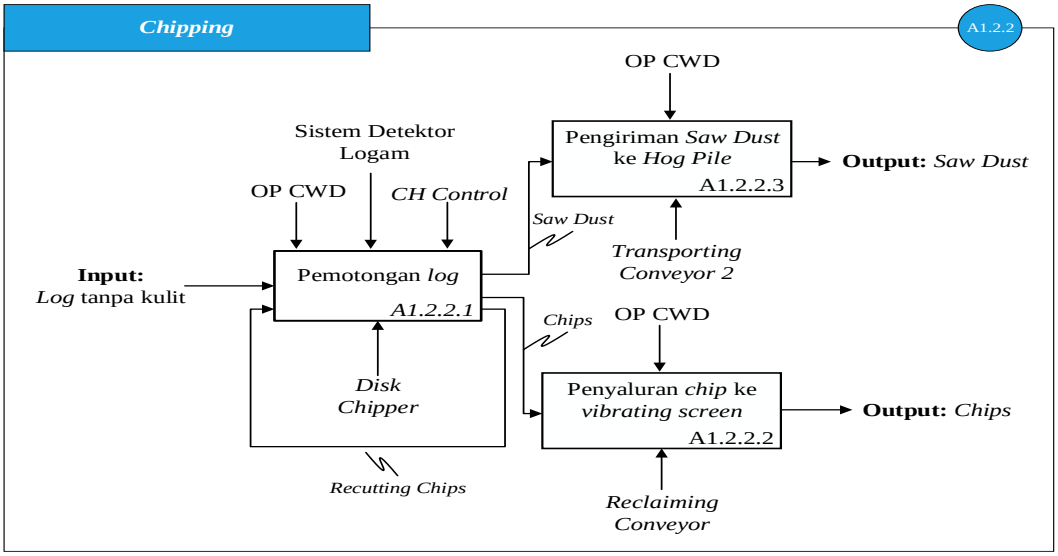
a. Proses Pengulitan *Log* (*Debarking*)



Gambar 4.6 Bagan Proses Pengulitan

Proses pengulitan kayu atau *debarking* ditampilkan pada Gambar 4.6. Proses ini meliputi pengiriman *log* ke *debarking drum*, pembersihan *log* dan peralatan, pengulitan log, pengiriman *bark* ke *hog pile*, dan transfer *log* ke mesin *chipper*.

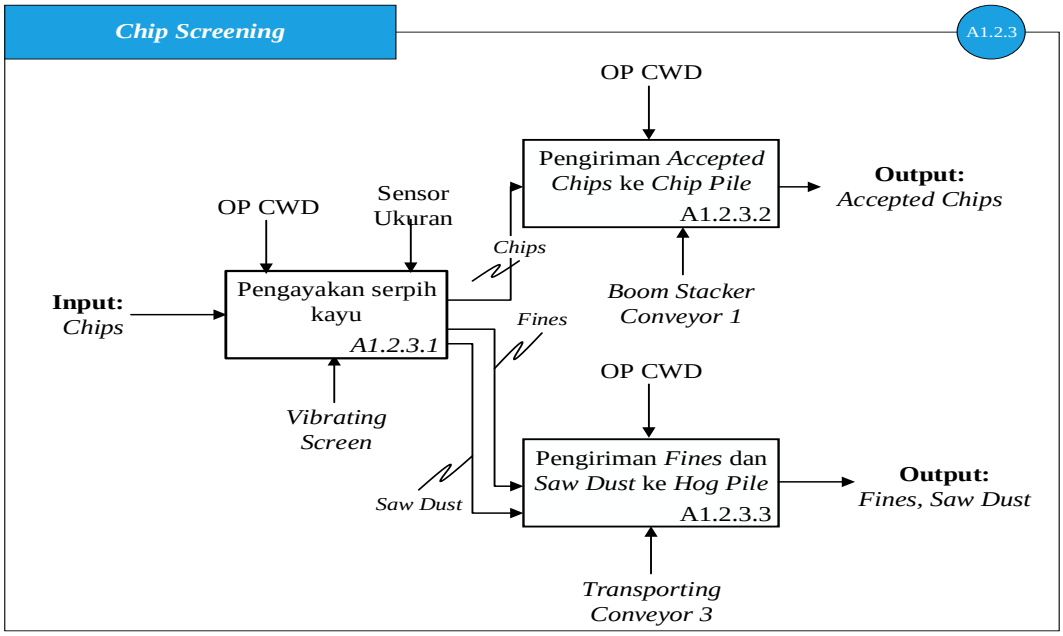
b. Proses Pembentukan *Chip* (*Chipping*)



Gambar 4.7 Bagan Proses Pembentukan *Chip*

Proses pembentukan serpih kayu atau *chipping* ditampilkan pada Gambar 4.7. Proses ini meliputi pemotongan *log*, pengiriman *saw dust* ke *hog pile*, dan penyaluran *chip* ke *vibrating screen.*

c. Proses Pengayakan *Chip* (*Chip Screening*)



Gambar 4.8 Bagan Proses Pengayakan *Chip*

Proses pengayakan *chip* atau *chip screening* ditampilkan pada Gambar 4.8. Proses ini meliputi pengayakan serpih kayu, pengiriman *accepted chips* ke *chip pile*, dan pengiriman *fines* dan *saw dust* ke *hog pile.*

d. Proses Penyimpanan Serbuk Kayu (*Chip Storage*)

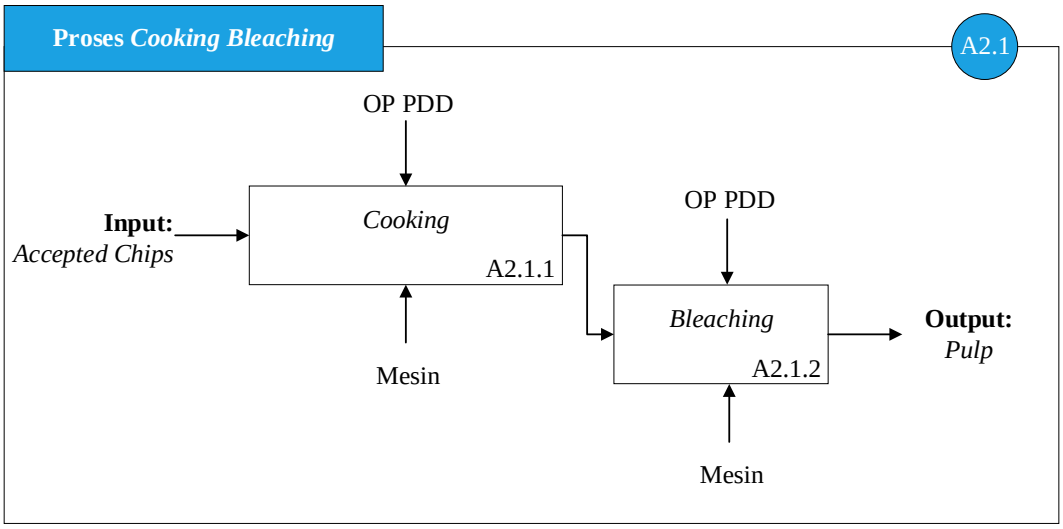
Accepted chips akan ditransfer ke *chip yard* yang berbentuk tumpukan melingkar dengan menggunakan *boom stacker conveyor 2* dan *chip stack.*

4.2.2 Proses Fiber Line

Proses *fiber line* dikendalikan oleh departemen *Fiber line.* Proses ini terbagi menjadi proses *cooking bleaching* dan proses pembuatan lembaran *pulp.* Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses *fiber line.*

4.3.2.1 Proses *Cooking Bleaching*

Proses *cooking bleaching* dipegang oleh divisi *Cooking and Bleaching*. Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses *cooking bleaching*.

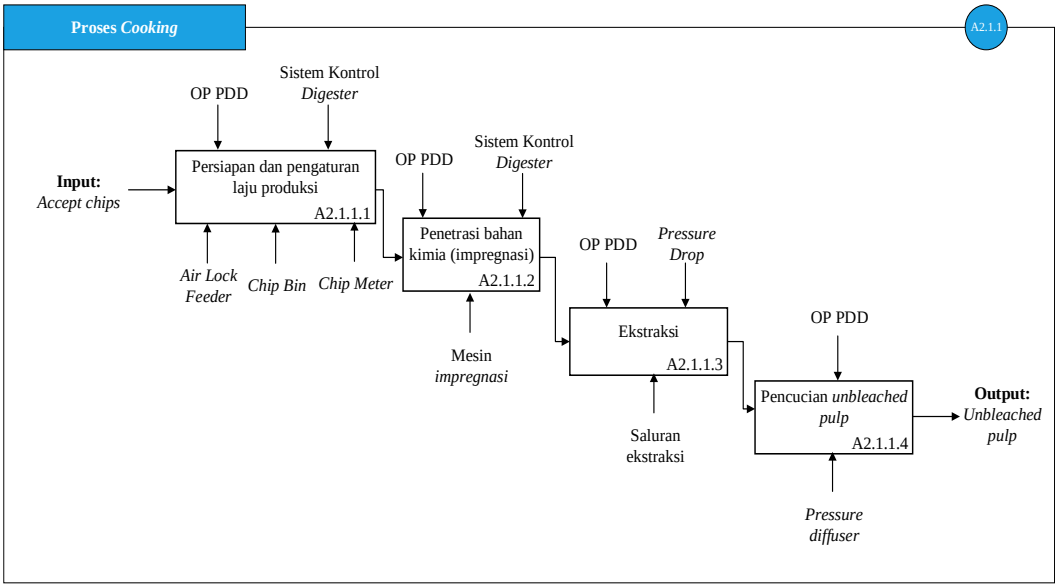


Gambar 4.9 Bagan Proses *Cooking Bleaching*

Secara garis besar, proses pemasakan atau *cooking* dibagi menjadi dua tahap, yaitu proses persiapan *cooking* dan proses utama *cooking*. Berikut ini merupakan penjabaran proses persiapan *cooking* dan proses *cooking*.

a. Proses *Cooking*

Proses *cooking* dilakukan untuk mengolah *accepted chips* pada proses sebelumnya menjadi produk *pulp* atau bubur kertas. Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses pemasakan *pulp*.

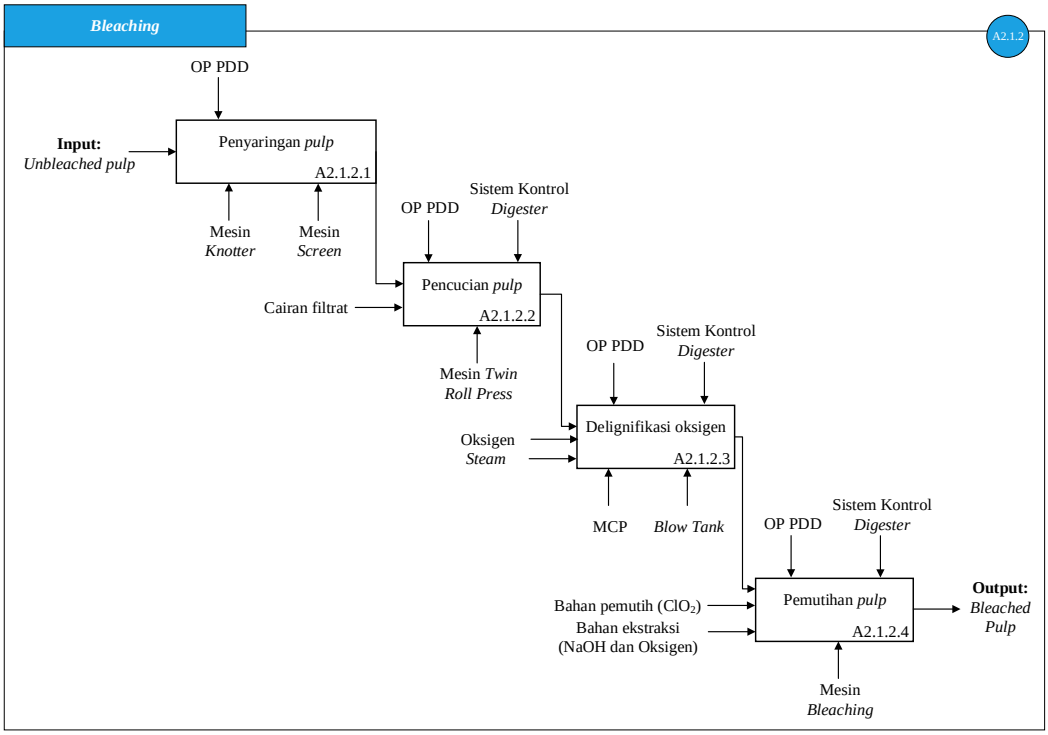


Gambar 4.10 Bagan Proses *Cooking*

Proses *cooking* ditampilkan pada Gambar 4.10. Proses ini meliputi pengaturan laju produksi, penetrasi bahan kimia (impregnasi), ekstraksi, dan pencucian *unbleached pulp.*

b. Proses *Bleaching*

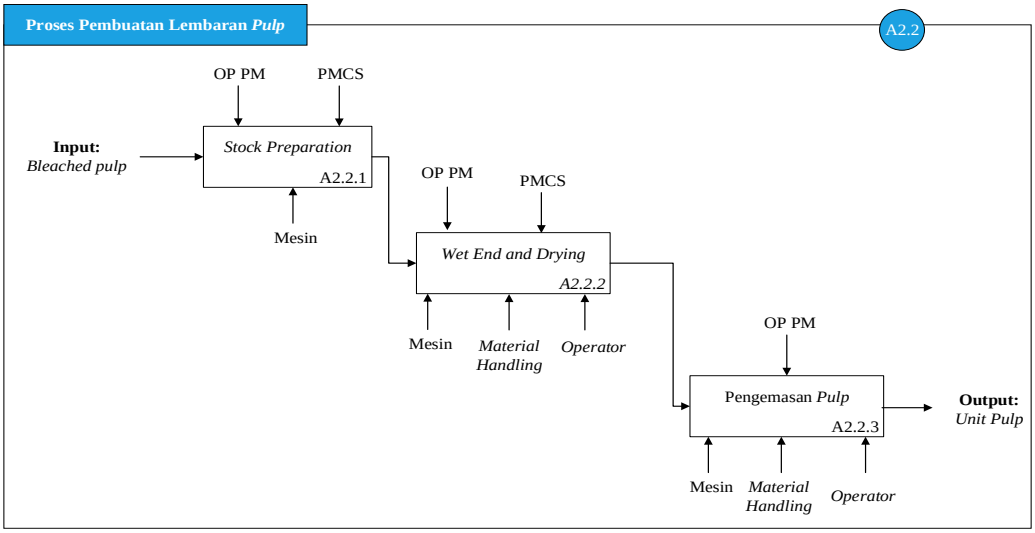
Proses pemutihan atau *bleaching* dilakukan dalam empat tahap, yaitu tahap penyaringan *pulp*, pencucian *pulp*, delignifikasi oksigen, dan pemutihan *pulp.* Proses *bleaching* digambarkan pada Gambar 4.11. Proses ini meliputi penyaringan *pulp*, pencucian *pulp*, delignifikasi oksigen, dan pemutihan *pulp.*



Gambar 4.11 Bagan Proses *Bleaching*

4.3.2.2 Proses Pembuatan Lembaran *Pulp*

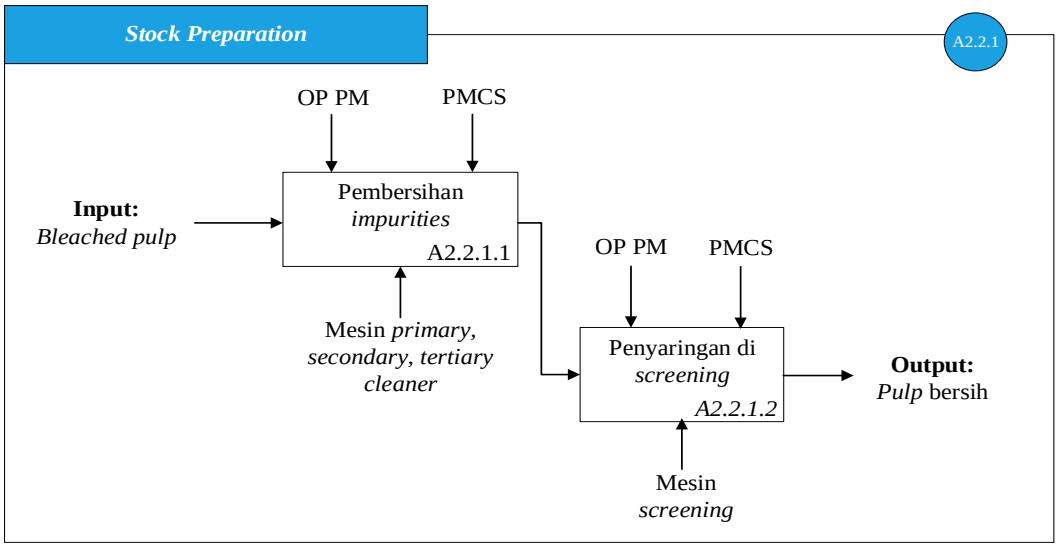
Proses terakhir dari proses *fiber line* adalah proses pembuatan lembaran *pulp* yaitu proses untuk mengubah *pulp* (bubur kertas) menjadi lembaran *pulp* dengan ukuran yang diinginkan. Proses ini terdiri dari *stock preparation, wet and end drying*, dan pengemasan *pulp*. Berikut ini merupakan gambaran proses pembuatan lembaran *pulp*.



Gambar 4.12 Bagan Proses Pembuatan Lembaran *Pulp*

a. Proses *Stock Preparation*

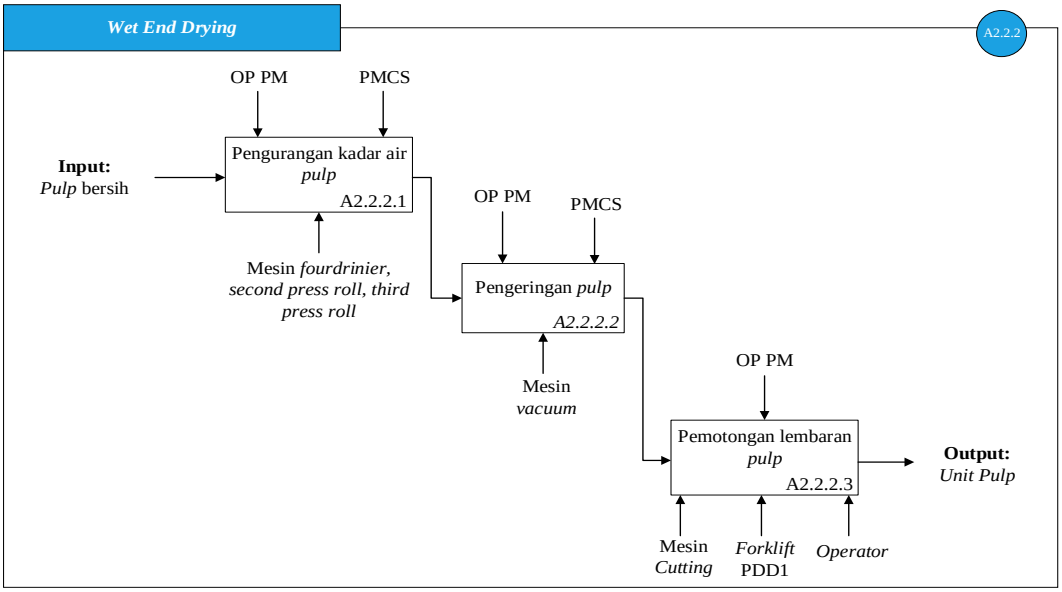
Proses *stock preparation* meliputi proses pembersihan *impurities* dan penyaringan di *screening.* Gambar 4.13 merupakan gambaran proses *stock preparation.*



Gambar 4.13 Bagan Proses *Stock Preparation*

b. Proses *Wet End and Drying*

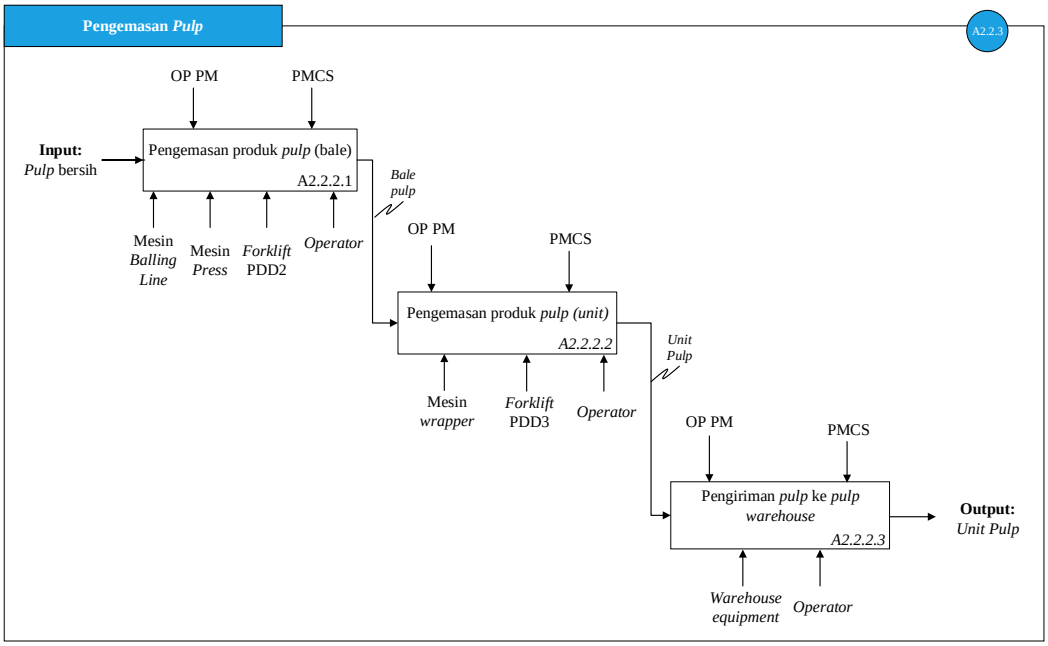
Proses *wet end and drying* meliputi proses pengurangan kadar air *pulp,* pengeringan *pulp,* dan pemotongan lembaran *pulp.* Gambaran proses *wet end and drying* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Bagan Proses *Wet End and Drying*

c. Proses Pengemasan *Pulp*

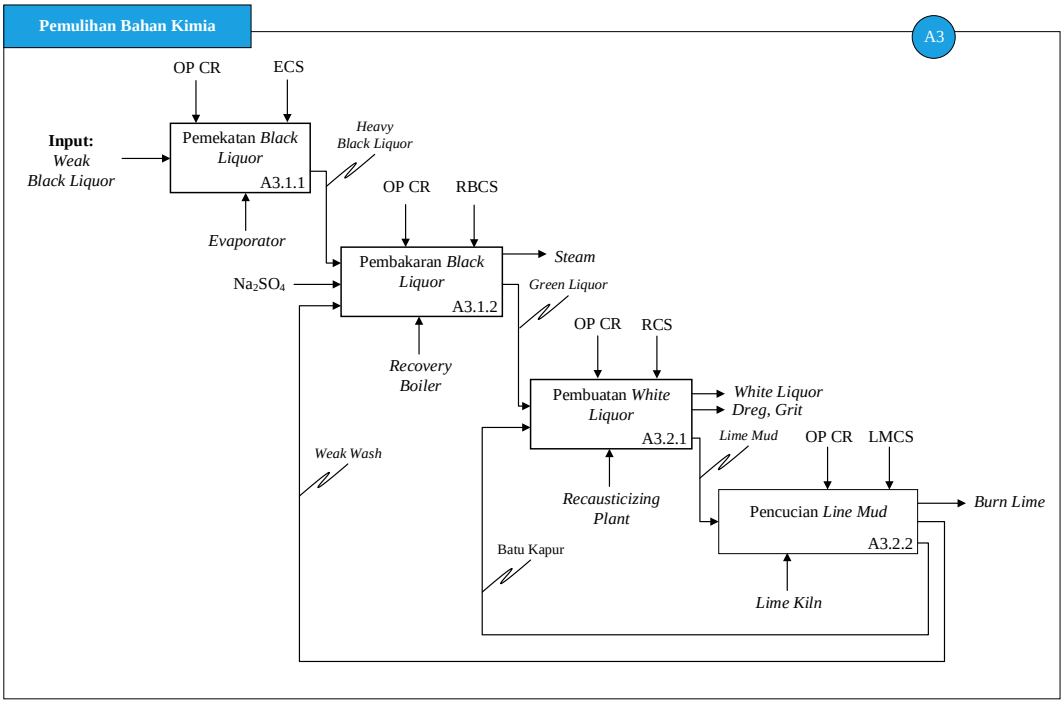
Proses pengemasan *pulp* meliputi proses pengemasan produk *pulp* (bale), pengemasan produk *pulp* (unit), dan pengiriman *pulp* ke *pulp warehouse*. Gambaran proses pengemasan *pulp* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Bagan Proses Pengemasan *Pulp*

4.2.3 *Proses Pemulihan Bahan Kimia (Chemical Recovery)*

Proses pemulihan bahan kimia pada Divisi *Chemical Recovery* terdiri dari proses pemekatan *black liquor* dan proses pembakaran *Black Liquor* oleh Unit *Recovery Boiler*, serta proses pembuatan *white liquor* dan proses pencucian *lime mud* oleh Unit *Recaust Lime Kiln.* Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses pemulihan bahan kimia.



Gambar 4.16 Bagan Proses Pemulihan Bahan Kimia

Proses pemulihan bahan kimia atau *chemical recovery* ditampilkan pada Gambar 4.16. Proses ini meliputi pemekatan *black liquor*, pembakaran *black liquor*, pembuatan *white liquor*, dan pencucian *line mud.*

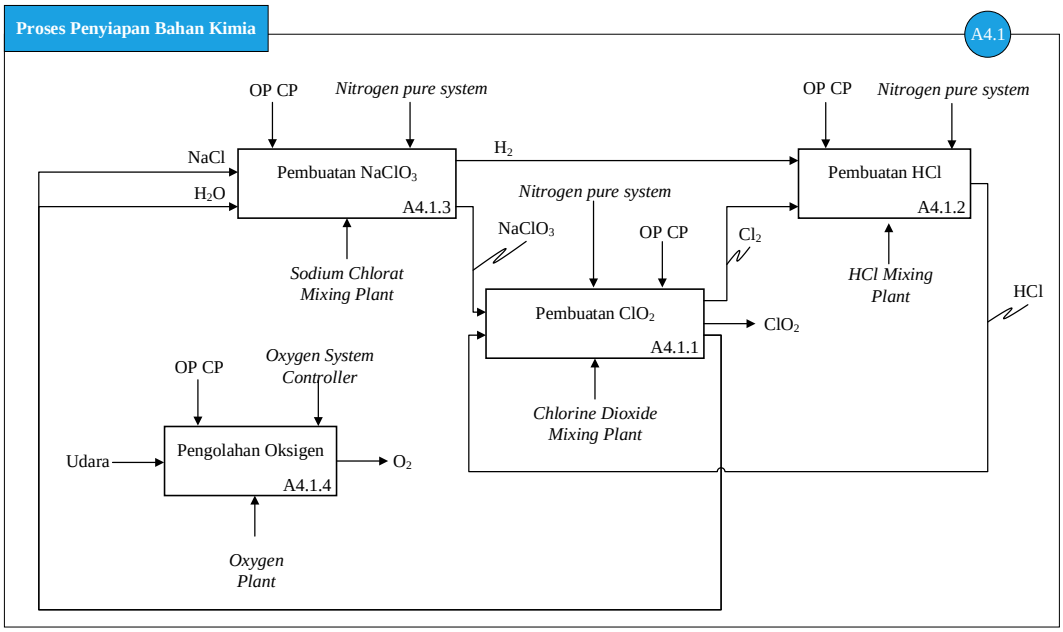
4.2.4 Proses Pengadaan Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam rangkaian produksi *pulp* adalah bahan kimia pemasak dan pemutih, listrik, serta air baku. Utilitas tersebut dibuat sendiri oleh perusahaan sebagai bagian dari proses pengadaan utilitas. Sehingga, proses pengadaan utilitas terdiri dari proses penyiapan bahan kimia, proses pembangkit

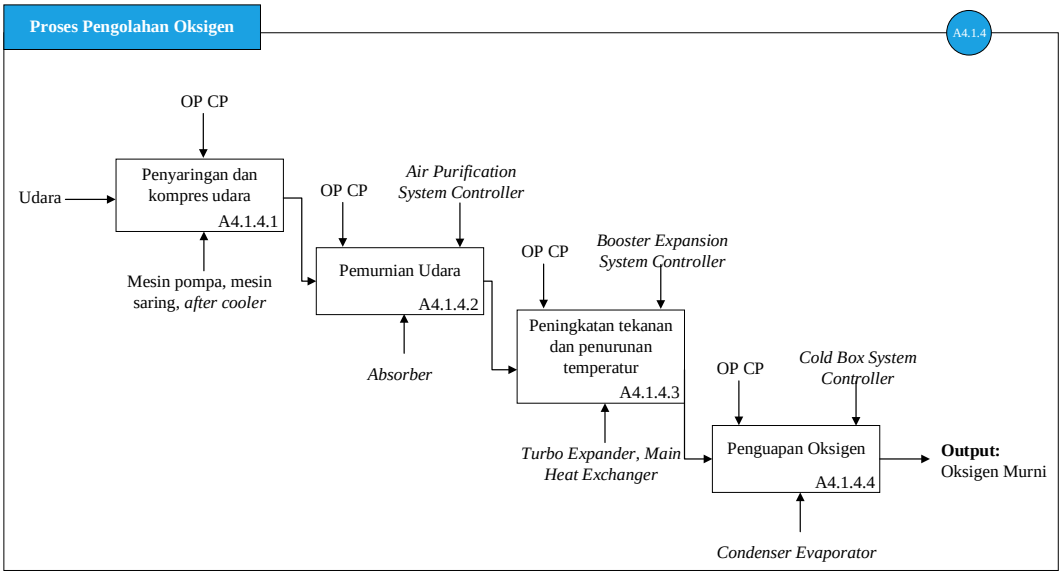
listrik, serta proses pengolahan air baku. Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses pengadaan utilitas.

4.3.4.1 Proses Penyiapan Bahan Kimia

Bahan kimia yang dibutuhkan dalam proses produksi utama di pabrik *pulp* diproduksi sendiri di unit *chemical plant* yang terintegrasi dengan desain pabrik secara keseluruhan (*integrated chemical preparation plant*). Bahan kimia yang dihasilkan adalah NaOH, Cl_2, HCl, ClO_2, dan O_2 seperti pada Gambar 4.17. Sebagai bahan baku, bahan kimia yang digunakan pada proses ini adalah garam (NaCl), H_2O dan udara. Gambar 4.17 menunjukkan proses penyiapan bahan kimia pada proses produksi *pulp* yang meliputi pembuatan $NaClO_3$, pembuatan ClO_2, pembuatan HCl, dan pengolahan oksigen.



Gambar 4.17 Bagan Proses Penyiapan Bahan Kimia

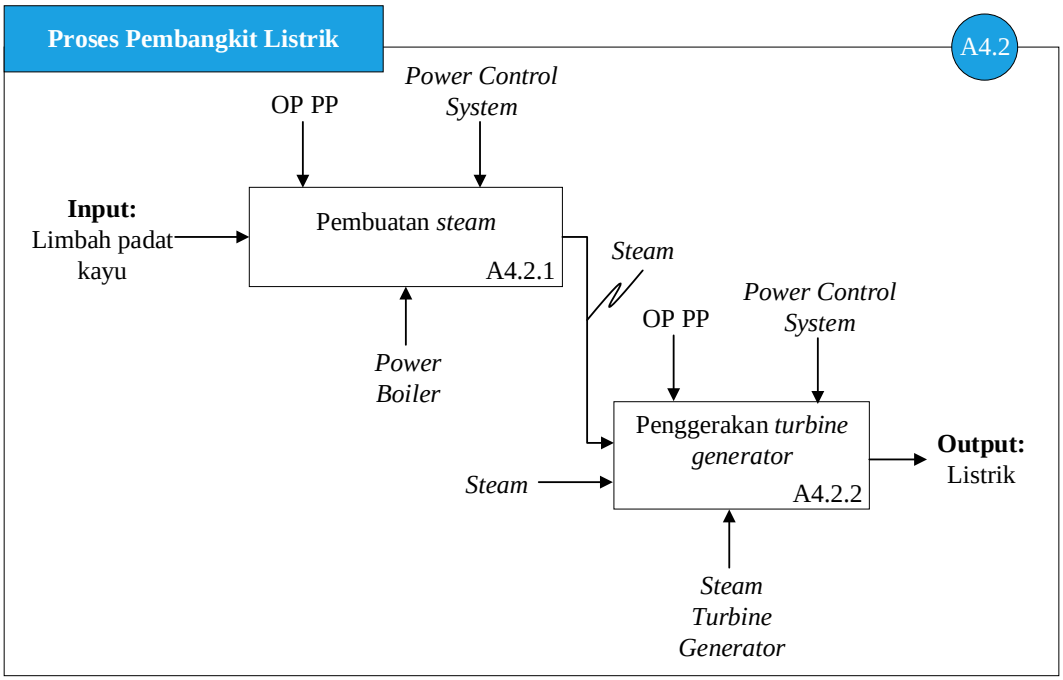


Gambar 4.18 Bagan Proses Pengolahan Oksigen

Proses pengolahan oksigen ditampilkan pada Gambar 4.18. Proses ini meliputi proses penyaringan dan kompres udara, pemurnian udara, peningkatan tekanan dan pemurnian temperatur, serta penguapan oksigen.

4.3.4.2 Proses Pembangkit Listrik

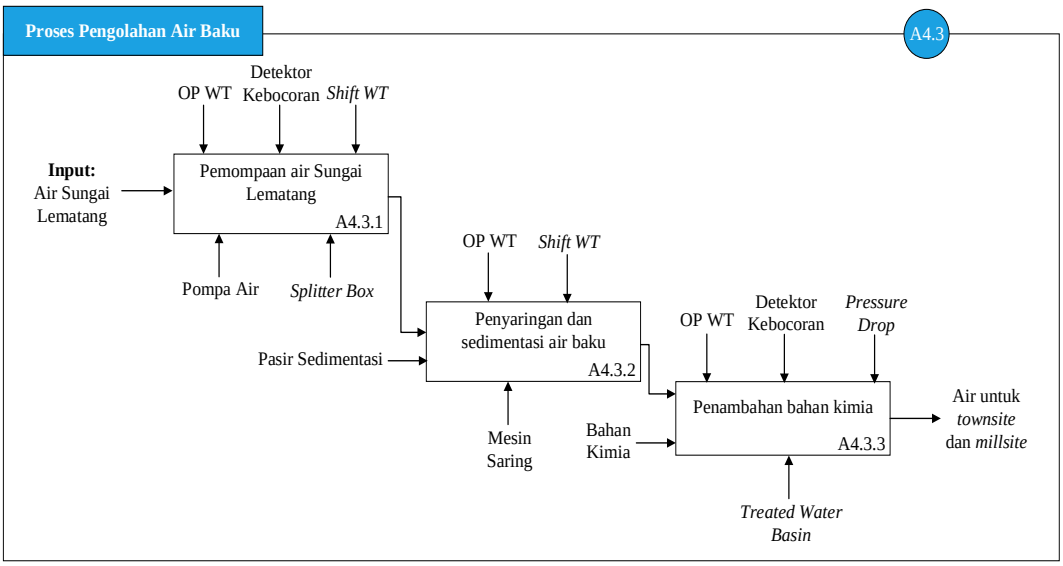
Proses pembangkit listrik memerlukan bahan baku berupa limbah padat kayu dari proses produksi untuk dapat menghasilkan listrik. Proses pembangkit listrik dimulai dari proses pembuatan *steam* dan dilanjutkan dengan proses penggerakan *turbine generator* seperti pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Bagan Proses Pembangkit Listrik

4.3.4.3 Proses Pengolahan Air Baku

Proses pengolahan air baku ditampilkan seperti pada Gambar 4.20. Proses ini dimulai dari pemompaan air Sungai Z, penyaringan dan sedimentasi air baku, serta penambahan bahan kimia. Proses pengolahan air baku digambarkan dalam bagan proses seperti pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Bagan Proses Pengolahan Air Baku

Berdasarkan penjabaran keseluruhan proses produksi *pulp* pada PT. X, berikut ini merupakan keseluruhan aktivitas yang akan menjadi objek pada tahap identifikasi risiko selanjutnya.

Tabel 4.1 Penjabaran Proses Produksi *Pulp*

Level 0		Level 1		Level 2		Level 3		Level 4	
Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses
A0	Proses Produksi Pulp	A1	Pengolahan *Raw Material*	A1.1	Penyiapan Bahan Baku Kayu	A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*		
						A1.1.2	Penimbangan kayu		
						A1.1.3	Bongkar muat kayu ke *storage area*		
						A1.1.4	Pengeringan kayu		
				A1.2	Pembuatan Chip	A1.2.1	*Debarking* (Pengulitan *Log*)	A1.2.1.1	Pengiriman *log* ke *debarking drum*
								A1.2.1.2	Pembersihan *log* dan peralatan
								A1.2.1.3	Pengulitan *log* dengan *debarking drum*
								A1.2.1.4	Transfer *log* ke mesin *chipper*
								A1.2.1.5	Pengiriman *bark* ke *hog pile*
						A1.2.2	*Chipping* (Pembentukan *Chip*)	A1.2.2.1	Pemotongan *log*
								A1.2.2.2	Pengiriman *chip* ke *vibrating screen*

Tabel 4.1 Penjabaran Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Level 0		Level 1		Level 2		Level 3		Level 4	
Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses
								A1.2.2.3	Pengiriman *saw dust* ke *hog pile*
						A1.2.3	*Chip screening* (Pengayakan *Chip*)	A1.2.3.1	Pengayakan serpih kayu
								A1.2.3.2	Pengiriman *accepted chips*
								A1.2.3.3	Pengiriman *fines* dan *saw dust*
						A1.2.4	*Chip storage* (Penyimpanan *chip*)		
		A2	*Fiber line*	A2.1	*Cooking Bleaching*	A2.1.1	*Cooking*	A2.1.1.1	Persiapan dan pengaturan laju produksi
								A2.1.1.2	Penetrasi bahan kimia (impregnasi)
								A2.1.1.3	Ekstraksi
								A2.1.1.4	Pencucian *unbleached pulp*
						A2.1.2	*Bleaching*	A2.1.2.1	Penyaringan *pulp*
								A2.1.2.2	Pencucian *pulp*
								A2.1.2.3	Delignifikasi Oksigen
								A2.1.2.4	Pemutihan *pulp*

Tabel 4.1 Penjabaran Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Level 0		Level 1		Level 2		Level 3		Level 4	
Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses
				A2.2	Pembuatan Lembaran Pulp	A2.2.1	*Stock preparation*	A2.2.1.1	Pembersihan *impurities*
								A2.2.1.2	Penyaringan di *screening*
						A2.2.2	*Wet end and drying*	A2.2.2.1	Pengurangan kadar air *pulp*
								A2.2.2.2	Pengeringan *pulp*
								A2.2.2.3	Pemotongan lembaran *pulp*
						A2.2.3	Pengemasan *pulp*	A2.2.3.1	Pengemasan produk *pulp* bentuk bale
								A2.2.3.2	Pengemasan produk *pulp* bentuk unit
								A2.2.3.3	Pengiriman *pulp* ke *pulp warehouse*
		A3	Pemulihan Bahan Kimia	A3.1	*Recovery Boiler*	A3.1.1	Pemekatan *black liquor*		
						A3.1.2	Pembakaran *black liquor*		
				A3.2	*Recaust Lime Kiln*	A3.2.1	Pembuatan *white liquor*		
						A3.2.2	Pencucian *lime mud*		
		A4		A4.1		A4.1.1	Pembuatan ClO_2		

Tabel 4.1 Penjabaran Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

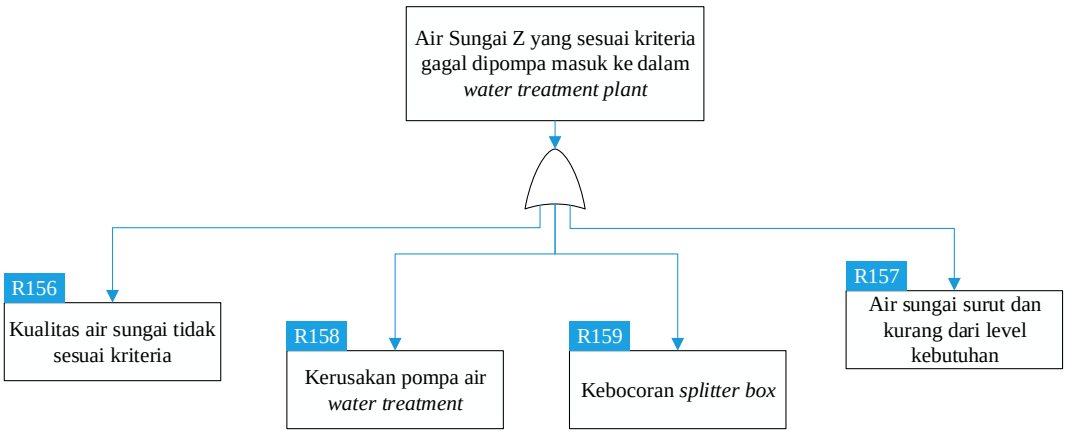
Level 0		Level 1		Level 2		Level 3		Level 4	
Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses	Kode	Proses
			Pengadaan Utilitas		Penyiapan Bahan Kimia	A4.1.2	Pembuatan HCl		
						A4.1.3	Pembuatan $NaClO_3$		
						A4.1.4	Pengolahan oksigen	A4.1.4.1	Penyaringan dan kompres udara
								A4.1.4.2	Pemurnian udara
								A4.1.4.3	Peningkatan tekanan dan penurunan temperatur udara
								A4.1.4.4	Penguapan oksigen
				A4.2	Pembangkit Listrik	A4.2.1	Pembuatan *steam*		
						A4.2.2	Penggerakan *turbine generator*		
				A4.3	Pengolahan Air Baku	A4.3.1	Pemompaan air Sungai Z		
						A4.3.2	Penyaringan dan sedimentasi air baku		
						A4.3.3	Penambahan bahan kimia		

4.3 Identifikasi Risiko pada Proses Produksi *Pulp*

Proses identifikasi risiko pada proses produksi *pulp* PT. X dilakukan dengan metode *Fault Tree Analysis* dengan bantuan wawancara dan *document review*. Dokumen yang diamati dalam proses identifikasi risiko adalah dokumen AMDAL, *Process Control, Operating Procedure,* dan *Working Instruction.* Identifikasi risiko dengan metode *fault tree analysis* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menentukan tujuan dari masing-masing aktivitas pada proses produksi *pulp*
2. Menentukan *sub system failure* atau kondisi kegagalan pada proses produksi *pulp*
3. Menentukan risiko apa saja yang dapat menyebabkan *sub system failure* terjadi pada proses produksi *pulp*

Proses bisnis yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko merupakan proses bisnis yang dipaparkan dalam bagan proses level terakhir pada IDEFØ. Berikut ini merupakan hasil penggunaan metode *fault tree analysis* pada salah satu bagian proses produksi.



Gambar 4.21 *Fault Tree Analysis* pada Aktivitas Pengolahan Air Baku

Hasil penggunaan metode *Fault Tree Analysis* dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Berikut ini merupakan hasil identifikasi risiko pada setiap proses produksi *pulp* yang telah divalidasi oleh PT. X.

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp*

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
A1	**Proses Pengolahan *Raw Material***				
A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*	R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	Kayu yang memenuhi kriteria kualitas tidak sampai ke area *wood yard*	Kayu yang memenuhi kriteria kualitas (sesuai dokumen Spesifikasi *Log*) sampai ke area *wood yard*
		R2	*Logging truck* mengalami kerusakan		
		R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*		
		R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba		
A1.1.2	Penimbangan kayu	R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	Kayu yang masuk ke dalam area produksi tidak sesuai dengan berat pada *form request*	Kayu yang masuk ke dalam area produksi memiliki berat yang sesuai dengan *form request*
		R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*		
		R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan		
		R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*		
A1.1.3	Bongkar muat kayu ke *storage area*	R9	*Heavy equipment* CWD1 mengalami kerusakan	Kayu tidak tersusun rapi di area penumpukan *storage area*	Kayu tersusun rapi di area penumpukan *storage area*
		R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator		
		R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
		R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan		
A1.1.4	Pengeringan kayu	R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	Kayu terlalu kering atau terlalu basah, kayu melebihi *cutting age*, kayu masih mengandung senyawa anorganik (pasir, lumpur/tanah) yang mengganggu proses pemasakan dan pemutihan	Kayu dikeringkan hingga memiliki tingkat kekeringan dan umur tertentu untuk menghilangkan senyawa anorganik (pasir, lumpur/tanah) yang mengganggu proses pemasakan dan pemutihan
		R14	Kayu terkena air hujan		
		R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu		
A1.2.1.1	Pengiriman *log* ke *debarking drum*	R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	*Log* tidak masuk ke *debarking drum*	*Log* masuk ke *debarking drum*
		R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan		
		R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2		
A1.2.1.2	Pembersihan *log* dan peralatan dengan air	R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	*Log* yang masuk tidak dibersihkan dari kotoran yang menempel sekaligus membersihkan peralatan	*Log* yang masuk dibersihkan dari kotoran yang menempel sekaligus membersihkan peralatan
A1.2.1.3		R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	Kulit kayu tidak dibuang sepenuhnya sehingga	Kulit kayu dibuang untuk menjamin kualitas kayu

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
	Pengulitan *log* dengan *debarking drum*	R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	mengurangi kualitas kayu yang masuk ke proses produksi	yang masuk ke proses produksi
A1.2.1.4	Transfer *log* ke mesin *chipper*	R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	*Log* tidak masuk ke mesin *chipper*	*Log* masuk ke mesin *chipper*
A1.2.1.5	Pengiriman *bark* ke *hog pile*	R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	*Bark* tidak masuk ke mesin *chipper*	*Bark* masuk ke mesin *chipper*
A1.2.2.1	Pemotongan *log*	R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	*Log* dipotong menjadi *chip* yang tidak memenuhi kriteria ukuran tertentu (*accepted chip* < 84%)	*Log* dipotong menjadi *chip* dengan kriteria ukuran p: 2cm, l: 3cm, t: 0.2-0.5cm (*accepted chips* > 84%)
		R25	Ketidak sesuaian ukuran *chip*		
		R26	Kerusakan mesin *disk chipper*		
		R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang		
		R28	Kebakaran pada area potong		
A1.2.2.2	Pengiriman *chip* ke *vibrating screen*	R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	*Chip* tidak masuk ke *vibrating screen*	*Log* masuk ke *vibrating screen*
A1.2.2.3	Pengiriman *saw dust* ke *hog pile*	R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	*Saw dust* tidak masuk ke *hog pile*	*Saw dust* masuk ke *hog pile*
A1.2.3.1	Pengayakan serpih kayu	R31	Kerusakan *vibrating screen*	*Chip* hasil ayakan tidak memiliki ukuran sesuai kriteria	*Chip* diayak untuk mendapatkan *chip* dengan ukuran sesuai kriteria (*accepted chips* ≥ 84%)
		R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*		
		R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
A1.2.3.2	Pengiriman *accepted chips*	R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	*Accepted chip* tidak masuk ke *chip pile*	*Accepted chip* masuk ke *chip pile*
A1.2.3.3	Pengiriman *fines* dan *saw dust*	R35	*Transporting conveyor 3* mengalami kemacetan	*Fines* dan *saw dust* tidak masuk ke *hog pile*	*Fines* dan *saw dust* masuk ke *hog pile*
A1.2.4	Penyimpanan *chip*	R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	*Chip* tidak disusun dan disimpan dalam *chip yard* dengan benar	*Chip* disusun dan disimpan dalam *chip yard* dengan benar
		R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan		
A2	***Fiber line***				
A2.1.1.1	Persiapan dan pengaturan laju produksi	R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	*Chip* tidak siap masuk ke dalam proses pemasakan di *digester*	*Chip* telah sesuai kriteria (tidak ada yang *oversized*) dan masuk ke dalam proses pemasakan di *digester*
		R39	Kerusakan *air lock feeder*		
		R40	Kerusakan *chip bin*		
		R41	Kerusakan *chip meter*		
A2.1.1.2	Penetrasi bahan kimia (impregnasi)	R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	Cairan pemasak (*white liquor*) tidak masuk ke dalam *chip*, *pulp* tidak memiliki tingkat pemasakan yang seragam sehingga terjadi terlalu masak (*overcook*) atau tidak masak (*undercook*)	Cairan pemasak (*white liquor*) masuk ke dalam *chip* melalui penetrasi, menghasilkan *pulp* dengan tingkat pemasakan yang seragam dan sempurna
		R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi		
		R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai		
		R45	Kerusakan mesin impregnasi		
A2.1.1.3	Ekstraksi	R46	Kerusakan saringan ekstraksi		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
		R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	Proses ekstraksi atau pengambilan *fiber/selulosa* dari kayu terhambat	Ekstraksi *fiber/selulosa* berjalan sempurna
A2.1.1.4	Pencucian *unbleached pulp*	R48	Kerusakan *pressure diffuser*	Pemisahan lignin yang mengandung bahan pemasak dengan *selulosa/fiber* melalui proses pencucian di *Pressure Diffuser* tidak efektif	Efisiensi pemisahan lignin yang mengandung bahan pemasak dengan *selulosa/fiber*
		R49	Penyumbatan saringan sirkulasi		
		R50	Penyumbatan *outlet device*		
A2.1.2.1	Penyaringan *pulp*	R51	Kerusakan mesin *knotter*	*Pulp* masih mengandung kontaminan berupa *knot* dan *sieves* yang akan menurunkan kualitas *pulp* (*sieves* > 0.5%)	*Pulp* terpisah dari *knot* dan *sieves* yang akan menurunkan kualitas *pulp* *(sieves < 0.5%)*
		R52	Kerusakan mesin *primary screen*		
		R53	Kerusakan mesin *secondary screen*		
		R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*		
A2.1.2.2	Pencucian *pulp*	R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	*Pulp* masih memiliki konsistensi yang belum memenuhi standar (konsistensi > 4%)	*Pulp* diberi cairan filtrat untuk mengencerkan bentuk *pulp* (konsistensi 3-4%)
		R56	Kerusakan mesin *twin roll press*		
A2.1.2.3	Delignifikasi Oksigen	R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	Kandungan lignin pada *pulp* masih banyak, sehingga	Kandungan lignin pada *pulp* berkurang supaya

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
		R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	terjadi pemborosan penggunaan cairan pemutih yang mahal (bilangan Kappa > 8.5)	dapat menghemat penggunaan cairan pemutih yang mahal (bilangan Kappa ≤ 8.5)
		R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor		
		R60	Terjadinya *channeling*		
		R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat		
		R62	Kerusakan *medium concentration pump* (MCP)		
A2.1.2.4	Pemutihan *pulp*	R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	Tingkat *brightness* pada *pulp* < 89% ISO	*Pulp* diberi bahan pemutih sampai tingkat *brightness* yang dihasilkan > 89% ISO
		R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan		
		R65	Kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi		
		R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi		
A2.2.1.1	Pembersihan *impurities*	R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	*Pulp* gagal dipisahkan dari kotoran dan kontaminan yang akan menurunkan kualitas *pulp (*dirt count > 2 ppm)	*Pulp* dipisahkan dari kotoran dan kontaminan yang akan menurunkan kualitas *pulp* (*dirt count* < 2 ppm)
		R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*		
		R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
A2.2.1.2	Penyaringan di *screening*	R70	Kerusakan mesin *screening*	Proses gagal mengurangi kandungan air yang terkandung di dalam *pulp* sampai menjadi lembaran	*Pulp* dikeringkan dengan cara mengurangi kandungan air yang terkandung di dalam *pulp* hingga menjadi bentuk lembaran *(consistency* = 0.01-2%)
A2.2.2.1	Pengurangan kadar air *pulp*	R71	Kerusakan mesin *fourdrinier*		
		R72	Kerusakan mesin *second press roll*		
		R73	Kerusakan mesin *third press roll*		
A2.2.2.2	Pengeringan *pulp*	R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	*Pulp* tidak mencapai tingkat kekeringan 87-95%	*Pulp* dikeringkan sampai tingkat kekeringan 87-95%
		R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C		
		R76	Kerusakan mesin *vacuum*		
		R77	Kerusakan *blow box*		
A2.2.2.3	Pemotongan lembaran *pulp*	R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	*Pulp* tidak dipotong sesuai dengan standar ukuran dan tidak ditumpuk berbentuk bale	*Pulp* dipotong dengan ukuran tertentu dan ditumpuk berbentuk bale (lebar 7.8 m)
		R79	Kerusakan mesin *cutting*		
		R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*		
		R81	Kerusakan *forklift* PDD1		
		R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1		
A2.2.3.1		R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	Produk *pulp* gagal dikemas dengan rapi berbentuk bale	

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
	Pengemasan produk *pulp* (bale)	R84	Kerusakan mesin timbangan bale *pulp*		Produk *pulp* dikemas dengan rapi berbentuk bale (250kg)
		R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan		
		R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan		
		R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN		
		R88	Berat bale lebih dari 250kg		
		R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan		
		R90	Kerusakan *forklift* PDD2		
		R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2		
A2.2.3.2	Pengemasan produk *pulp* (unit)	R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	Produk *pulp* gagal dikemas dengan rapi dan diberi label perusahaan	Produk *pulp* dikemas dengan rapi dan diberi label perusahaan (1 unit produk = 8 bale)
		R93	Kerusakan mesin timbangan unit *pulp*		
		R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan		
		R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai		
		R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
		R97	Kerusakan *forklift* PDD3		
		R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3		
		R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale		
		R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale		
A2.2.3.3	Pengiriman *pulp* ke *pulp warehouse*	R101	Kerusakan *warehouse equipment*	*Unit pulp* tidak tersusun dengan benar di area *pulp warehouse*	*Unit pulp* tersusun dengan benar di area *pulp warehouse*
		R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*		
		R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai		
A3	**Proses *Chemical Recovery***				
A3.1.1	Pemekatan *black liquor*	R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	*Weak Black Liquor* gagal dipekatkan hingga konsentrasi 72% dan tidak dapat dibakar di proses pembakaran	*Weak Black Liquor* dipekatkan sampai konsentrasi 72% supaya dapat dibakar di proses pembakaran
		R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi		
		R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran		
A3.1.2	Pembakaran *black liquor*	R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	Pembakaran *black liquor* tidak menghasilkan *green liquor* yang sesuai dengan kriteria kualitas dan *steam*	*Black liquor* dibakar untuk menghasilkan *green liquor* yang sesuai dengan kriteria kualitas dan *steam*
		R108	*Salt cake* tumpah dari tangki		
		R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
		R110	Tangki *dissolving* mengalami kebocoran	tidak dapat menggerakkan *turbine generator*	untuk menggerakkan *turbine generator*
		R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)		
		R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)		
		R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)		
		R114	*Smelt* terkena percikan air		
		R115	*Wind box* tidak berfungsi		
		R116	Kebakaran pada area *boiler*		
		R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi		
A3.2.1	Pembuatan *white liquor*	R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	*White liquor* tidak dihasilkan sesuai kriteria kualitas dan tidak dapat digunakan sebagai bahan proses pemasakan	*White liquor* dihasilkan sesuai kriteria kualitas supaya dapat digunakan sebagai bahan proses pemasakan yang hemat bahan kimia dan energi
		R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*		
		R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi		
A3.2.2	Pencucian *lime mud* (lumpur kapur)	R121	Penurunan temperatur udara ambien	Lumpur kapur tidak dicuci dan dikeringkan dengan baik untuk dapat digunakan sebagai bahan *white liquor*	Lumpur kapur dicuci dan dikeringkan untuk pembuatan batu kapur sebagai bahan *white liquor*
		R122	Kerusakan mesin *lime kiln*		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
					(tingkat kekeringan > 65%)
A3	**Proses Pengadaan Utilitas**				
A4.1.1	Pembuatan *chlorine dioxide*	R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	Larutan *chlorine dioxide* dihasilkan tidak sesuai kriteria kualitas sehingga mengurangi bahan baku proses pemutihan	Larutan *chlorine dioxide* dihasilkan sesuai kriteria kualitas sebagai bahan baku proses pemutihan (jumlah *chlorine dioxide* 8.2 - 10.5 gpl)
		R124	Produk *chlorine dioxide* bocor		
		R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*		
		R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat		
		R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat		
		R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*		
A4.1.2	Pembuatan HCl	R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	Larutan HCl dihasilkan tidak sesuai kriteria kualitas sehingga mengurangi bahan baku pembuatan ClO_2	Larutan HCl dihasilkan sesuai kriteria kualitas sebagai bahan baku pembuatan ClO_2 (HCl = 1.5-4 g/l)
		R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL		
		R131	Ledakan pada area HCl		
		R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat		
		R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat		
		R134	Kerusakan HCl *mixing plant*		
A4.1.3		R135	Bahan NaCl bocor		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
	Pembuatan $NaClO_3$	R136	Produk HCL bocor pada *mixing tank* $NaClO_3$	$NaClO_3$ yang dihasilkan tidak sesuai kriteria kualitas sehingga mengurangi bahan baku pembuatan ClO_2 ($NaClO_3$ > 20 g/l)	$NaClO_3$ dihasilkan sesuai kriteria kualitas sebagai bahan baku pembuatan ClO_2. ($NaClO_3$ < 20 g/l)
		R137	Produk $NaClO_3$ bocor		
		R138	Ledakan pada area $NaClO_3$		
		R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat		
		R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat		
		R141	Kebutuhan NaCl dari unit ClO_2 *plant* tidak terpenuhi		
		R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*		
A4.1.4.1	Penyaringan dan kompres udara	R143	Kerusakan mesin pompa udara	Udara tidak bersih dari debu dan kotoran, tekanan tidak mencapai 0.54 Mpa, atau temperatur tidak turun sampai 8^oC	Udara bersih dari debu dan kotoran, tekanan naik hingga 0.54 Mpa, dan temperatur sekitar 8^oC
		R144	Kerusakan mesin saring udara		
		R145	Kerusakan *after cooler*		
A4.1.4.2	Pemurnian udara	R146	Kerusakan *absorber*	Udara tidak bersih dari kandungan CO_2 dan kandungan *moisture*	Udara bersih dari kandungan CO_2 dan kandungan *moisture*
A4.1.4.3	Peningkatan tekanan dan penurunan temperatur udara	R147	Kerusakan *turbo expander*	Temperatur udara tidak turun menjadi -172.5^oC (titik cair)	Temperatur udara turun menjadi -172.5^oC (titik cair)
		R148	Kerusakan *main heat exchanger*		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
A4.1.4.4	Penguapan oksigen	R149	Kerusakan *condenser evaporator*	Gas oksigen dihasilkan tidak sesuai kriteria kualitas sehingga mengurangi bahan baku proses pemutihan.	Gas oksigen dihasilkan sesuai kriteria kualitas sebagai bahan baku proses pemutihan (*purity* ≥ 90)
A4.2.1	Pembuatan *steam*	R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	*Steam* yang dihasilkan tidak seusai kriteria kualitas untuk dapat menggerakkan *turbine generator*	*Steam* dihasilkan seusai kriteria kualitas untuk dapat menggerakkan *turbine generator* (pH > 8.5, *conductivity* < 6µs/cm, *silica* < 0.02 ppm)
		R151	Media pemanas (pasir) < 500^{o}C		
		R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi		
A4.2.2	Penggerakan *turbine generator*	R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	*Turbine generator* tidak bergerak dan tidak dapat menghasilkan energi listrik bagi seluruh proses produksi	*Turbine generator* bergerak dengan adanya *steam* untuk menghasilkan energi listrik bagi seluruh proses produksi (kapasitas 73 MW)
		R154	Temperatur *steam* < 420^{o}C		
		R155	Kerusakan pada *turbine generator*		
A4.3.1	Pemompaan air Sungai Z	R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	Air Sungai Z yang sesuai kriteria gagal dipompa masuk ke dalam *water treatment plant*	Air Sungai Z yang sesuai kriteria (turbidity ≤ 97, pH 5.8 - 7.6) dipompa masuk ke dalam *water treatment plant*
		R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan		
		R158	Kerusakan pompa air *water treatment*		
		R159	Kebocoran *splitter box*		

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Proses Produksi *Pulp* (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	*Sub System Failure*	Tujuan
A4.3.2	Penyaringan dan sedimentasi air baku	R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	Air disaring dengan proses sedimentasi menggunakan pasir untuk mengurangi kekeruhan (*turbidity* > 1)	Air disaring dengan proses sedimentasi menggunakan pasir untuk mengurangi kekeruhan (*turbidity* ≤ 1)
		R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi		
A4.3.3	Penambahan bahan kimia	R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	Air baku untuk proses produksi tidak memenuhi kriteria (*turbidity* > 1, pH < 6.5)	Air baku hasil olahan siap disalurkan ke proses produksi di *mill site* (turbidity ≤ 1, pH 6.5 - 8.5)
		R163	Penyumbatan saluran bahan kimia		
		R164	Kebocoran *treated water basin*		

4.4 Analisis Risiko pada Proses Produksi *Pulp*

Berdasarkan standar ISO 31000:2018, tahap identifikasi risiko dilanjutkan dengan tahap analisis risiko. Analisis risiko dengan metode FMEA akan dilakukan dengan mencari penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko. Hasil analisis risiko tersebut akan digunakan untuk menentukan tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari setiap risiko.

4.4.1 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko

Berdasarkan hasil identifikasi risiko pada sub-bab 4.3, terdapat 164 risiko yang ditemukan pada proses produksi *pulp* PT. X. Analisis penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko dilakukan untuk seluruh risiko yang ada berdasarkan hasil wawancara dan *document review*. Dokumen yang digunakan sebagai bahan analisis risiko adalah dokumen AMDAL, *Process Control*, *Operating*

Procedure, dan *Working Instruction.* Hasil analisis penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko dari seluruh risiko yang ada pada proses produksi *pulp* ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan telah divalidasi oleh PT. X.

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
A1	**Proses Pengolahan *Raw Material***					
A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*	R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	Kesalahan pengiriman dari pihak *supplier* kayu	Kualitas *pulp* tidak sesuai standar Kayu tidak dapat masuk proses produksi, pengiriman kembali ke *supplier*	Pengecekan oleh *log checker* sesuai *dokumen* Spesifikasi *Log*
		R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada *logging truck* oleh *supplier*	Kayu tidak dapat masuk ke area *wood yard*	Pengecekan oleh *truck driver* dan divisi *transportation* pada pintu masuk *wood yard*
		R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	Ikatan tali kayu terlepas sebelum masuk area *wood yard*, truk kelebihan muatan	Kayu yang masuk ke dalam area *wood yard* berkurang	Pengecekan kondisi tali pengikat kayu dan tumpukan kayu oleh divisi *transportation*
		R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Waktu penerimaan kayu menjadi tertunda	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Wood Yard Unit Head*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
				Pengiriman kayu tidak sesuai jadwal		
A1.1.2	Penimbangan kayu	R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	*Truck scale* mengalami gangguan sistem kalibrasi, kurangnya prosedur perawatan pada *truck scale*	Berat kayu yang masuk ke dalam area *wood yard* tidak sesuai kebutuhan	Pengecekan oleh *truck scale operator* dan MMD
		R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	Kesalahan dari pihak supplier kayu	Jumlah kayu yang masuk ke proses selanjutnya berkurang	Penimbangan kayu yang masuk dengan menggunakan *truck scale*
					Waktu penerimaan kayu menjadi tertunda	
		R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	Tumpukan kayu dalam *logging truck overload*, ikatan kayu terlepas	Jumlah kayu yang ditimbang tidak sesuai	Pengecekan kondisi tumpukan kayu oleh *truck scale operator* sebelum dilakukan penimbangan
		R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Waktu penimbangan kayu tertunda	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Wood Yard Unit Head*
A1.1.3		R9	*Heavy equipment* CWD1	Kurangnya prosedur perawatan pada	Kayu tidak dapat tersusun dengan baik	Pengecekan berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
	Bongkar muat kayu ke *deck* penerimaan		mengalami kerusakan	*heavy equipment* CWD1		
		R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Waktu penumpukan kayu tertunda	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Unloading Inspector*
		R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi	Jadwal pengiriman kayu yang berubah, jumlah produksi yang berubah	Waktu penumpukan dan pengeringan kayu tertunda	Pengontrolan proses bongkar muat oleh *Unloading Inspector*
		R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	*Human error* pada *heavy equipment operator*	Pengulangan proses penumpukan kayu untuk kayu yang jatuh	Pengontrolan proses bongkar muat oleh *Unloading Inspector*
				Heavy equipment mengalami gangguan kontrol	Pendataan kayu menjadi kurang teratur	Pengecekan berkala oleh MMD
A1.1.4	Pengeringan kayu	R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	Pendataan jadwal pengeringan kayu yang tidak tepat oleh *wood yard inspector*	Kualitas kayu yang masuk ke *chip handling* tidak memenuhi kriteria	Sensor kelembapan kondisi kayu
		R14	Kayu terkena air hujan	Hujan turun langsung membasahi kayu	Waktu pengeringan kayu menjadi tertunda	Tidak terdapat alat pendeteksi hujan dan tindakan preventif lainnya

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	Penataan kayu yang kurang tepat pada saat bongkar muat	Penataan kembali tumpukan kayu yang jatuh, identitas waktu kayu dapat berubah	Pengontrolan terhadap area penumpukan kayu oleh *wood yard inspector*
A1.2.1.1	Pengiriman *log* ke *debarking drum*	R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada *heavy equipment* CWD2	Pengangkutan kayu menuju *log chain conveyor* tidak dapat dilakukan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *log chain conveyor*	*Log* tidak dapat masuk ke *debarking drum*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Pengangkutan kayu menuju *log chain conveyor* tidak dapat dilakukan	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Chip Handling Unit Head*
A1.2.1.2	Pembersihan *log* dan peralatan dengan air	R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	Kotoran masuk ke dalam saluran dan mengganggu sirkulasi *water basin*	Kotoran yang menempel akan masuk ke dalam proses pengulitan	Pengontrolan kayu dengan sistem kontrol *chip handling*
A1.2.1.3	Pengulitan *log* dengan *debarking drum*	R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada *debarking drum*	Proses pengulitan *log* tidak dapat dilakukan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	Kondisi di *wood yard* yang mempengaruhi kelembaban kayu	Kualitas pengulitan kayu berkurang	Sensor kelembapan untuk mengatur kecepatan pemotongan sesuai kondisi kayu
A1.2.1.4	Transfer *log* ke mesin *chipper*	R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *belt conveyor 1*	*Log* tidak dapat masuk ke mesin *chipper*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
				Kotoran dan lumpur masuk ke bagian bawah *conveyor*		Pembersihan bagian bawah *conveyor* secara berkala
A1.2.1.5	Pengiriman *bark* ke *hog pile*	R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *transporting conveyor 1*	*Bark* tidak dapat masuk ke *hog pile*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
				Kotoran dan lumpur masuk ke bagian bawah *conveyor*		Pembersihan bagian bawah *conveyor* secara berkala
A1.2.2.1	Pemotongan *log*	R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	Logam dan kotoran masih menempel pada tumpukan kayu	Timbulnya kerusakan pada mesin *disk chipper*, kualitas kayu berkurang	Deteksi oleh sistem detektor logam
		R25	Ketidak sesuaian ukuran *chip*	Ketidakakuratan ukuran potong dari *chipper*	*Chip* akan masuk ke proses *re-cutting*	Pengontrolan kayu dengan sistem kontrol *chip handling*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	Kurangnya prosedur perawatan pada *disk chipper*	Proses pemotongan *log* terganggu	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
				Material non kayu masuk ke dalam mesin		
				Kayu tersumbat di *chipper*		
		R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	Pisau melebihi batas umur penggunaan, penggantian pisau tidak dilakukan sesuai umur pisau	*Log* tidak dapat terpotong dengan baik	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R28	Kebakaran pada area potong	Timbulnya percikan api saat mesin beroperasi	*Log* terbakar	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
					Mesin *disk chipper* rusak	
A1.2.2.2	Pengiriman *chip* ke *vibrating screen*	R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *reclaiming conveyor*	*Chip* tidak dapat masuk ke *vibrating screen*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
				Kayu masuk dan memenuhi bagian bawah *conveyor*		Pembersihan bagian bawah *conveyor* secara berkala

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
A1.2.2.3	Pengiriman *saw dust* ke *hog pile*	R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *transporting conveyor 2*	*Saw dust* tidak dapat masuk ke *hog pile*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A1.2.3.1	Pengayakan serpih kayu	R31	Kerusakan *vibrating screen*	Kurangnya prosedur perawatan pada *vibrating screen*	Proses pengayakan *chip* menjadi tidak sempurna	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*	Proses pemotongan *chip* dengan *disk chipper* kurang sempurna	Terdapat penambahan waktu *screening* karena *chip* harus melewati proses *re-screening*	Pengecekan ukuran *chip* dengan menggunakan sensor pada *vibrating screen*
		R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*	Proses pemotongan *chip* dengan *disk chipper* kurang sempurna	*Chip* akan dikirimkan ke *hog pile* Jumlah *chip* akan berkurang	Pengecekan ukuran *chip* dengan menggunakan sensor pada *vibrating screen*
A1.2.3.2	Pengiriman *accepted chips*	R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *boom stacker conveyor 1*	Waktu pengiriman *accepted chips* menjadi tertunda	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A1.2.3.3	Pengiriman *fines* dan *saw dust*	R35	*Transporting conveyor 3*	Kurangnya prosedur perawatan pada	Waktu pengiriman *fines* dan *saw dust* menjadi tertunda	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
			mengalami kemacetan	*transporting conveyor* 3		
A1.2.4	Penyimpanan *chip*	R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *chip stack*	Posisi penyimpanan *chip* pada *chip yard* tidak sesuai	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan	Kurangnya prosedur perawatan pada *boom stacker conveyor 2*	Waktu penyimpanan *chip* menjadi tertunda	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2	**Proses *Fiber Line***					
A2.1.1.1	Persiapan dan pengaturan laju produksi	R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	Hasil proses *screening* CWD kurang sempurna	*Chip* akan di*reject* dan dibawa ke *hog pile*	Pengecekan dan kontrol oleh sistem kontrol *digester*
		R39	Kerusakan *air lock feeder*	Kurangnya prosedur perawatan pada *air lock feeder*	*Chip* tidak dapat masuk ke *digester*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
					Pendistribusian *chip* di dalam *chip bin* menjadi tidak rata	
		R40	Kerusakan *chip bin*	Kurangnya prosedur perawatan pada *chip bin*	*Chip* tidak memiliki panas yang cukup untuk proses pemasakan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R41	Kerusakan *chip meter*	Kurangnya prosedur perawatan pada *chip meter*	Laju produksi pada proses pemasakan tidak terkontrol	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.1.1.2	Penetrasi bahan kimia (impregnasi)	R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	Kurangnya konsentrasi cairan pemasak	Tingkat pemasakan *pulp* tidak seragam dan tidak mencapai standar *pulp*	Pengontrolan cairan pemasak dengan sistem kontrol *digester*
		R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi	Kurangnya volume cairan pemasak	Tingkat pemasakan *pulp* tidak seragam dan tidak mencapai standar *pulp*	Pengontrolan penetrasi dengan sistem kontrol *digester*
		R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	Kurangnya akurasi perhitungan dan pemilihan proporsi bahan kimia	Tingkat pemasakan *pulp* tidak seragam dan tidak mencapai standar *pulp*	Pengontrolan penetrasi dengan sistem kontrol *digester*
		R45	Kerusakan mesin impregnasi	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin impregnasi	Cairan pemasak tidak dapat masuk ke dalam *chip*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.1.1.3	Ekstraksi	R46	Kerusakan saringan ekstraksi	Kurangnya prosedur perawatan pada saringan ekstraksi	*Fiber/selulosa* tertinggal di dalam *pulp*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	Peningkatan perbedaan tekanan dalam saluran	Aliran *pulp* tidak dapat mengalir	Pengontrolan dengan *pressure drop*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
					menuju saluran ekstraksi	
A2.1.1.4	Pencucian *unbleached pulp*	R48	Kerusakan *pressure diffuser*	Kurangnya prosedur perawatan pada *pressure diffuser*	Pencucian *pulp* tidak dapat dilakukan pada *digester*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R49	Penyumbatan saringan sirkulasi	Kotoran masuk dan terbawa pada *pulp*	Cairan pencuci tidak dapat mengalir ke *unbleached pulp*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R50	Penyumbatan *outlet device*	Kotoran masuk dan terbawa pada *pulp*	*Unbleached pulp* tidak dapat keluar dari *digester*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.1.2.1	Penyaringan *pulp*	R51	Kerusakan mesin *knotter*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *knotter*	*Knot* masih menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R52	Kerusakan mesin *primary screen*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *primary screen*	*Sieves* menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R53	Kerusakan mesin *secondary screen*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *secondary screen*	*Sieves* menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *tertiary screen*	*Sieves* menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.1.2.2	Pencucian *pulp*	R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	Kurangnya tekanan ke bawah pada aliran filtrat oleh mesin	Cairan filtrat tidak dapat masuk untuk mengurangi konsistensi *pulp*	Pengontrolan cairan filtrat dengan sistem kontrol *digester*
		R56	Kerusakan mesin *twin roll press*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *twin roll press*	*Pulp* tidak dapat diencerkan dan dibersihkan untuk mencapai target konsistensi	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.1.2.3	Delignifikasi Oksigen	R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	Gangguan kontrol pada *mixer* kedua	*Pulp* tidak dapat dipanaskan	Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*
		R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	Gangguan kontrol pada *mixer* pertama	Reaksi oksigen tidak dapat berjalan	Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*
		R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor	Tekanan reaksi oksigen yang meningkat	Ledakan pada reaktor oksigen	Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R60	Terjadinya *channeling*	Aliran *pulp* tidak merata dan tidak stabil	Waktu *pulp* bertahan di dalam reaktor menjadi berkurang, sehingga oksigen yang masuk juga berkurang	Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*
		R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat	*Fan* pembuangan gagal menjaga tekanan dalam *blow tank*	*Pulp* tidak dapat masuk ke dalam *blow tank* sehingga penambahan oksigen terganggu	Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*
		R62	Kerusakan *medium concentration pump* (MCP)	Kurangnya prosedur perawatan pada MCP	*Pulp* tidak dapat dipompa ke proses pemutihan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.1.2.4	Pemutihan *pulp*	R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	Kurangnya kualitas proses pada *water treatment plant*	Kotoran dan kontaminan masih terkandung di dalam *pulp*	Pengontrolan cairan pemasak dan kayu dengan sistem kontrol *digester*
		R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *bleaching*	Proses pemutihan tidak dapat dijalankan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R65	Kebutuhan bahan pemutih	Kurangnya kualitas proses pembuatan	Target kecerahan *pulp* tidak dapat terpenuhi	Pengontrolan cairan pemasak dan kayu

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
			(ClO_2) tidak terpenuhi	bahan kimia pada *chemical department*		dengan sistem kontrol *digester*
		R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi	Kurangnya kualitas proses pembuatan bahan kimia pada *chemical department*	Kebutuhan bahan pemutih semakin meningkat, penambahan biaya	Pengontrolan cairan pemasak dan kayu dengan sistem kontrol *digester*
A2.2.1.1	Pembersihan *impurities*	R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *primary cleaner*	Pembersihan *pulp* tidak maksimal	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *secondary cleaner*	Pembersihan *pulp* tidak maksimal	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *tertiary cleaner*	Pembersihan *pulp* tidak maksimal	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.2.1.2	Penyaringan di *screening*	R70	Kerusakan mesin *screening*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *screening*	Kotoran yang ada pada *pulp* tidak tersaring	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
A2.2.2.1	Pengurangan kadar air *pulp*	R71	Kerusakan mesin *fourdrinier*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *fourdrinier*	Kadar air dalam *pulp* tidak berkurang	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R72	Kerusakan mesin *second press roll*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *second press roll*	Kadar air dalam *pulp* tidak berkurang	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R73	Kerusakan mesin *third press roll*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *third press roll*	Kadar air dalam *pulp* tidak berkurang	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A2.2.2.2	Pengeringan *pulp*	R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	*Blow box* tidak siap dijalankan ketika proses pengeringan dimulai, pengaturan temperatur tidak sesuai	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar	Pengontrolan temperatur pengeringan dengan sistem kontrol *pulp machine*
		R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C	*Blow box* tidak siap dijalankan ketika proses pengeringan dimulai, pengaturan temperatur tidak sesuai	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar	Pengontrolan temperatur pengeringan dengan sistem kontrol *pulp machine*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R76	Kerusakan mesin *vacuum*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *vacuum*	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R77	Kerusakan *blow box*	Kurangnya prosedur perawatan pada *blow box*	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
					Pulp tidak dapat terdorong ke mesin *cutting*	
A2.2.2.3	Pemotongan lembaran *pulp*	R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	Pisau terlalu lama digunakan, melebihi batas umur penggunaan	Potongan *pulp* tidak rapi	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R79	Kerusakan mesin *cutting*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *cutting*	*Pulp* tidak dapat dipotong sesuai ukuran	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*	Operator kurang berhati-hati memindahkan lembaran *pulp*	*Pulp* menjadi rusak	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
		R81	Kerusakan *forklift* PDD1	Kurangnya prosedur perawatan pada *forklift* PDD1	*Pulp* tidak dapat dipindahkan ke area pengemasan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Pemindahan *pulp* menuju area pengemasan tidak dapat dilakukan	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
A2.2.3.1	Pengemasan produk *pulp* bentuk bale	R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	Tumpukan *pulp* tidak diletakkan sesuai posisi	Produk akan masuk ke proses pembungkusan ulang	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*
		R84	Kerusakan mesin timbangan bale *pulp*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin bale *pulp*	Ukuran berat *pulp* tidak sesuai standar	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *balling line*	*Pulp* tidak dapat dikemas	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
					Pulp tidak dikemas dengan rapi	
		R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	Bale *pulp* akan di*reject*, pengemasan ulang	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*
		R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN	Kerusakan mesin *press*	Produk tidak sesuai standar kualitas yang ditetapkan	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*
		R88	Berat bale lebih dari 250kg	Kesalahan penimbangan bale pada mesin *balling line*	Produk tidak sesuai standar kualitas yang ditetapkan	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan	Operator kurang berhati-hati memindahkan lembaran *pulp*	*Pulp* menjadi rusak	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
		R90	Kerusakan *forklift* PDD2	Kurangnya prosedur perawatan pada *forklift* PDD2	*Pulp* tidak dapat dipindahkan antar mesin	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Pemindahan *pulp* antar mesin tidak dapat dilakukan	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
A2.2.2.1	Pengemasan produk *pulp* bentuk unit	R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	Tumpukan *pulp* tidak diletakkan sesuai posisi	Pengemasan ulang	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
		R93	Kerusakan mesin timbangan *unit pulp*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin timbangan *unit pulp*	Ukuran berat *pulp* tidak sesuai standar	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *wrapper*	*Pulp* tidak dapat dikemas	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
					Pulp tidak dikemas dengan rapi	

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai	Pergeseran posisi label pada mesin *wrapper*	Pengemasan ulang	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*
		R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan	Operator kurang berhati-hati memindahkan lembaran *pulp*	*Pulp* menjadi rusak	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
		R97	Kerusakan *forklift* PDD3	Kurangnya prosedur perawatan pada *forklift* PDD3	*Pulp* tidak dapat dipindahkan antar mesin	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	Pemindahan *pulp* antar mesin tidak dapat dilakukan	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
		R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale	Terjadi kesalahan pada operasi mesin *wrapper*	Unit *pulp* akan di*reject* dan dikemas ulang	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*
		R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale	Terjadi kesalahan pada operasi mesin *wrapper*	Unit *pulp* akan di*reject* dan dikemas ulang	Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*
A2.2.2.2	Pengiriman *pulp* ke *pulp warehouse*	R101	Kerusakan *warehouse equipment*	Kurangnya prosedur perawatan pada *warehouse equipment*	*Pulp* tidak dapat dipindahkan ke *pulp warehouse*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain	*Pulp* tidak dapat dipindahkan ke *pulp warehouse*	Pengawasan dan kontrol langsung oleh Pulp Machine Unit Head
		R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai	*Human error* oleh operator *heavy equipment* Kesalahan pendataan *unit pulp*	Jumlah *pulp* yang dikirimkan ke konsumen tidak tepat	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*
A3	**Proses Pemulihan Bahan Kimia**					
A3.1.1	Pemekatan *black liquor*	R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	Kurangnya prosedur perawatan pada tangki WBL *storage* dan korosi akibat reaksi kimia	Jumlah WBL yang tersedia untuk bahan pembakaran akan berkurang Kecepatan aliran dan suhu WBL tidak sesuai standar kualitas (< 900 m^3/h, 50-100^oC)	Pengontrolan kualitas WBL dengan *evaporator control system* setiap 1/8 jam
		R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *evaporator*	Konsentrasi *black liquor* < 72%, tidak dapat dibakar pada proses pembakaran	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran	Kurangnya prosedur perawatan pada tangki HBL *storage*, korosi akibat reaksi kimia	Jumlah HBL yang tersedia untuk bahan pembakaran akan berkurang	Pengontrolan kualitas HBL dengan *evaporator control system* setiap 1/8 jam
					Tekanan dan suhu HBL tidak sesuai standar kualitas	
					Ledakan pada tangki HBL	
A3.1.2	Pembakaran *black liquor*	R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	Penjadwalan persediaan bahan baku yang kurang tepat	Konsentrasi *black liquor* yang dihasilkan tidak sesuai standar	Pengontrolan bahan baku oleh *evaporator operator*
		R108	*Salt cake* tumpah dari tangki	Posisi tuang *salt cake* ke dalam tangki yang kurang tepat	Persediaan *salt cake* berkurang, menimbulkan korosi pada tangki	Indikator pengisian *salt cake*
		R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada HBL Spray	Cairan HBL tidak dapat masuk ke dalam tangki	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R110	Tangki *dissolving*	Kurangnya prosedur perawatan pada tangki *dissolving*	*Green liquor* berkurang karena keluar dari tangki	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
			mengalami kebocoran			
		R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)	Terjadi penyumbatan yang menghambat aliran *charbed*	Timbul ledakan besar Seluruh proses produksi dihentikan	Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*
		R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)	Ketidakseimbangan suhu dan tekanan di dalam *recovery boiler*	Timbul ledakan besar Seluruh proses produksi dihentikan	Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*
		R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)	Ketidakseimbangan suhu dan tekanan di dalam *recovery boiler*	Timbul ledakan besar Seluruh proses produksi dihentikan	Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*
		R114	*Smelt* terkena percikan air	Temperatur *boiler* tidak terkontrol	Ledakan dalam tangki *recovery boiler*	Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*
		R115	*Wind box* tidak berfungsi	Kurangnya prosedur perawatan pada *winebox* Terdapat kotoran dan debu yang menempel pada *winebox*	Proses pembakaran tidak dapat berjalan	Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R116	Kebakaran pada area *boiler*	Aktivitas pengelasan dan *maintenance* pada area *recovery boiler*	Memicu ledakan pada operasi *recovery boiler*	Sensor kebakaran pada area *boiler*
		R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi	Cairan hasil pencucian pada *lime kiln* tidak masuk ke *recovery boiler*	*Smelt* tidak dapat dilarutkan menjadi *green liquor*	Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*
A3.2.1	Pembuatan *white liquor*	R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	Kesalahan perhitungan dan pemilihan proporsi bahan kimia	*White liquor* gagal terbentuk	Pengontrolan dengan *recausticizing control system*
		R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *recausticizing*	Pengolahan *green liquor* menjadi *white liquor* tidak dapat dilakukan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi	Kurangnya kualitas proses pengolahan batu kapur pada *lime kiln*	Jumlah *white liquor* tidak memenuhi target produksi	Pengontrolan dengan *recausticizing control system*
A3.2.2	Pencucian *lime mud* (lumpur kapur)	R121	Penurunan temperatur udara ambien	Kebocoran tangki *lime kiln*	Kapur tidak mendapat energi panas yang membantu proses pengeringan	Pengontrolan dengan *lime kiln control system*
				Kesalahan kontrol mesin *lime kiln*		

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R122	Kerusakan mesin *lime kiln*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *line kiln*	Proses pengeringan *lime mud* tidak dapat berjalan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A4	**Proses Pengadaan Utilitas**					
A4.1.1	Pembuatan ClO_2	R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	Sambungan pipa dan *flange* $NaClO_3$ bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas
				Timbulnya korosi pada pipa	Gas bahan kimia berkurang	
		R124	Produk *chlorine dioxide* bocor	*Mixing tank chlorine dioxide* bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas
					Gas bahan kimia berkurang	
		R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*	Reaksi *chlorine dioxide* yang tidak seimbang, terdapat oksigen di dalam sistem yang memicu ledakan	Proses produksi terhenti	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
					Supply produk HCl terhenti	
		R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat	Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran Cl_2	Kebutuhan bahan Cl_2 tidak terpenuhi	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat	Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran Cl_2	Kebutuhan bahan ClO_2 tidak terpenuhi	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*	Kurangnya prosedur perawatan pada ClO_2 *mixing plant*	Proses reduksi $NaClO_3$ tidak dapat dilakukan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A4.1.2	Pembuatan HCl	R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	Sambungan pipa dan *flange* Cl_2 dan ClO_2 bocor	Reaksi kimia HCl tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas
				Timbulnya korosi pada pipa	Gas bahan kimia berkurang	
		R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	*Mixing tank* HCL bocor	Reaksi kimia HCl tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas
					Gas bahan kimia berkurang	
		R131	Ledakan pada area HCl	Reaksi HCl yang tidak seimbang, terdapat oksigen di dalam sistem yang memicu ledakan	Proses produksi terhenti	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
					Supply produk HCl terhenti	

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat	Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran Cl_2	Kebutuhan bahan Cl_2 tidak terpenuhi	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat	Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran H_2	Kebutuhan bahan H_2 tidak terpenuhi	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R134	Kerusakan HCl *mixing plant*	Kurangnya prosedur perawatan pada HCl *mixing plant*	Proses pembuatan HCl tidak dapat dilakukan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A4.1.3	Pembuatan $NaClO_3$	R135	Bahan NaCl bocor	Sambungan pipa dan *flange* NaCl bocor	Reaksi kimia $NaClO_3$ tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas
				Timbulnya korosi pada pipa	Gas bahan kimia berkurang	
		R136	Produk HCL bocor pada *mixing tank* $NaClO_3$	*Mixing tank chlorine dioxide* bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas
					Gas bahan kimia berkurang	
		R137	Produk $NaClO_3$ bocor	*Mixing tank chlorine dioxide* bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal	Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
					Gas bahan kimia berkurang	
		R138	Ledakan pada area $NaClO_3$	Reaksi $NaClO_3$ yang tidak seimbang, terdapat oksigen di dalam sistem yang memicu ledakan	Proses produksi terhenti *Supply* produk $NaClO_3$ terhenti	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat	Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran NaCl	Kebutuhan bahan NaCl tidak terpenuhi	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat	Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran H_2O	Kebutuhan bahan H_2O tidak terpenuhi	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R141	Kebutuhan NaCl dari unit ClO_2 *plant* tidak terpenuhi	ClO_2 *plant* tidak menghasilkan produk sesuai target	Penambahan bahan NaCl cadangan	Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*
		R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*	Kurangnya prosedur perawatan pada $NaClO_3$ *mixing plant*	Proses pembuatan $NaClO_3$ tidak dapat dilakukan	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
A4.1.4.1	Penyaringan dan kompres udara	R143	Kerusakan mesin pompa udara	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin pompa udara	Udara tidak dapat masuk dalam *oxygen plant*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R144	Kerusakan mesin saring udara	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin saring udara	Debu dan kotoran masih terkandung di dalam udara	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R145	Kerusakan *after cooler*	Kurangnya prosedur perawatan pada *after cooler*	Temperatur udara tidak cukup rendah untuk masuk ke sistem pemurnian udara	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A4.1.4.2	Pemurnian udara	R146	Kerusakan *absorber*	Kurangnya prosedur perawatan pada *absorber*	Kandungan CO_2 dan kandungan *moisture* tidak berkurang	Pengontrolan dengan *Air Purification System Controller*
A4.1.4.3	Peningkatan tekanan dan penurunan temperatur udara	R147	Kerusakan *turbo expander*	Kurangnya prosedur perawatan pada *turbo expander*	Tekanan udara tidak berhasil dinaikkan untuk masuk ke MHE	Pengontrolan dengan *Booster Expansion System Controller*
		R148	Kerusakan *main heat exchanger*	Kurangnya prosedur perawatan pada *main heat exchanger*	Perpindahan panas tidak terjadi, sehingga oksigen masih berbentuk gas	Pengontrolan dengan *Booster Expansion System Controller*
A4.1.4.4	Penguapan oksigen	R149	Kerusakan *condenser evaporator*	Kurangnya prosedur perawatan pada *condenser evaporator*	Oksigen murni tidak dapat diuapkan	Pengontrolan dengan *Cold box system controller*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
A4.2.1	Pembuatan *steam*	R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	Kurangnya prosedur perawatan pada *power boiler*	*Steam* tidak dapat dihasilkan untuk menggerakkan turbin	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R151	Media pemanas (pasir) < 500^{o}C	Kesalahan kontrol pada *power boiler*	*Steam* tidak keluar dan tidak dapat menggerakkan turbin	Pengontrolan dengan *Power Control System*
		R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	Keputusan *shut down* pabrik Jumlah produksi kurang dari kapasitas	Proses produksi terhenti dan penggunaan solar sebagai cadangan bahan bakar	Pengontrolan dengan *Power Control System*
A4.2.2	Penggerakan *turbine generator*	R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	Kesalahan kontrol *turbine generator*	Turbin tidak bergerak untuk menghasilkan listrik	Pengontrolan dengan *Power Control System*
		R154	Temperatur *steam* < 420^{o}C	Kesalahan kontrol *turbine generator*	Turbin tidak bergerak untuk menghasilkan listrik	Pengontrolan dengan *Power Control System*
		R155	Kerusakan pada *turbine generator*	Kurangnya prosedur perawatan pada *turbine generator*	Listrik tidak mengalir ke area produksi	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
A4.3.1	Pemompaan air Sungai Z	R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	Terdapat elemen pencemar yang masuk ke dalam sungai	Air sungai tidak dapat masuk ke dalam proses penyaringan	Pengontrolan kualitas air yang masuk oleh *shift water treatment* setiap 1/2 jam

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	Keadaan musim kemarau Penggunaan air sungai oleh masyarakat sekitar	Kebutuhan air tidak terpenuhi	Pengontrolan level air sungai oleh *shift water treatment* setiap 1/2 jam
		R158	Kerusakan pompa air *water treatment*	Kurangnya prosedur perawatan pada pompa air *water treatment*	Air tidak dapat masuk dan diolah dalam *water treatment plant*	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R159	Kebocoran *splitter box*	Kurangnya prosedur perawatan pada *splitter box*	Air sungai yang ditampung berkurang	Detektor kebocoran pada *water treatment plant*
A4.3.2	Penyaringan dan sedimentasi air baku	R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	Kurangnya prosedur perawatan pada mesin saring *water treatment*	Kualitas air yang masuk tidak memenuhi kriteria kualitas	Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD
		R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi	Terjadi kesalahan pendataan kebutuhan bahan baku pasir	Air masih dalam kondisi keruh (tidak mencapai target tingkat kekeruhan)	Pengontrolan kebutuhan bahan baku oleh *shift water treatment*
A4.3.3	Penambahan bahan kimia	R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	Terjadi kesalahan pendataan kebutuhan bahan kimia	Air masih dalam kondisi keruh (tidak mencapai target tingkat kekeruhan)	Pengontrolan kebutuhan bahan baku oleh *shift water treatment*

Tabel 4.3 Identifikasi Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kontrol Risiko (lanjutan)

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
		R163	Penyumbatan saluran bahan kimia	Peningkatan perbedaan tekanan dalam saluran	Bahan kimia tidak dapat mengalir ke dalam *water basin*	Pengontrolan dengan *pressure drop*
				Penimbunan kotoran pada saluran		
		R164	Kebocoran *treated water basin*	Kurangnya prosedur perawatan pada *treated water basin*	Air baku yang ditampung berkurang	Detektor kebocoran pada *water treatment plant*

4.4.2 Penentuan Tingkat Severity, Occurrence, dan Detection

Penentuan tingkat *severity, occurrence,* dan *detection* didapatkan melalui hasil pengisian kuesioner oleh seorang *expert.* Kriteria penilaian yang digunakan adalah kriteria yang telah ditentukan dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan dengan menyesuaikan kriteria penelitian ini dengan kriteria yang digunakan perusahaan untuk standar ISO lainnya. Berikut ini merupakan kriteria penilaian untuk nilai *severity, occurrence,* dan *detection* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4.4 Kriteria Penilaian Nilai *Severity*

Severity		
Kategori	Deskripsi	Rating (S)
Extreme	Risiko dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi (seluruh proses produksi berhenti beroperasi dan dapat membahayakan keselamatan)	5
Heavy	Risiko dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi (memberikan dampak pada sebagian besar proses, produk yang dihasilkan tidak sesuai standar kualitas dan perlu pengulangan beberapa proses produksi)	4
Medium	Risiko dapat menimbulkan gangguan sedang terhadap proses produksi (memberikan dampak pada beberapa proses, produk yang dihasilkan di bawah standar kualitas dan perlu pengulangan proses terkait)	3
Light	Risiko dapat menimbulkan gangguan ringan terhadap proses produksi (memberikan dampak pada proses terkait, produk yang dihasilkan sedikit di bawah standar kualitas namun masih dapat diperbaiki)	2
Insignificant	Risiko dapat menimbulkan gangguan ringan yang tidak berdampak signifikan pada target jumlah dan kualitas produksi.	1

Tabel 4.5 Kriteria Penilaian Nilai *Occurrence*

Occurrence		
Kategori	Deskripsi	Rating (O)
Almost certain	Penyebab risiko sering terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 minggu hingga 3 bulan yang lalu)	5

Tabel 4.5 Kriteria Penilaian Nilai *Occurrence* (lanjutan)

Occurrence		
Kategori	Deskripsi	Rating (O)
May occurred	Penyebab risiko dapat terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 3 bulan hingga 1 tahun yang lalu)	4
Not common but can be occurred	Penyebab risiko memiliki kemungkinan untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 tahun hingga 2 tahun yang lalu)	3
Unlikely	Penyebab risiko memiliki kemungkinan kecil untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 2 tahun hingga 3 tahun yang lalu)	2
Much less likely	Penyebab risiko hampir tidak pernah terjadi (berdasarkan pengalaman tidak pernah terjadi dalam kurun waktu 3 tahun yang lalu)	1

Tabel 4.6 Kriteria Penilaian Nilai *Detection*

Detection		
Kategori	Deskripsi	Rating (D)
Almost Impossible	Sistem pengecekan tidak memiliki kemungkinan dapat mendeteksi risiko	5
High	Sistem pengecekan memiliki peluang rendah dapat mendeteksi risiko	4
Moderate	Sistem pengecekan memiliki peluang sedang dapat mendeteksi risiko	3
Low	Sistem pengecekan memiliki peluang tinggi dapat mendeteksi risiko	2
Almost certain	Sistem pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi risiko	1

Hasil penilaian untuk tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* berdasarkan hasil kuesioner ditampilkan dalam Tabel 4.7. Lembar kuesioner dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	4	4	2
R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	3	4	3

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity, Occurrence,* dan *Detection* (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	2	3	2
R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	3	2	2
R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	4	4	2
R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	2	2	2
R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	3	2	2
R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	2	4	2
R9	*Heavy equipment* CWD1 mengalami kerusakan	3	4	2
R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator	3	2	2
R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi	2	2	2
R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	1	3	2
R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	3	2	2
R14	Kayu terkena air hujan	1	5	3
R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	1	3	2
R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	3	3	2
R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	3	4	2
R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2	3	2	2
R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	3	3	2
R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	3	4	3
R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	3	3	3
R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	3	4	2
R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	3	4	2
R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	4	3	1
R25	Ketidak sesuaian ukuran *chip*	3	4	2

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	4	3	3
R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	4	3	3
R28	Kebakaran pada area potong	4	3	3
R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	4	3	2
R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	2	4	2
R31	Kerusakan *vibrating screen*	3	4	3
R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*	3	3	3
R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*	3	3	3
R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	4	4	2
R35	*Transporting conveyor 3* mengalami kemacetan	3	4	2
R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	2	3	2
R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan	3	3	2
R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	2	4	2
R39	Kerusakan *air lock feeder*	4	3	2
R40	Kerusakan *chip bin*	4	3	2
R41	Kerusakan *chip meter*	4	3	2
R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	4	3	1
R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi	4	3	2
R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	4	4	2
R45	Kerusakan mesin impregnasi	3	3	2
R46	Kerusakan saringan ekstraksi	3	3	2
R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	3	3	2
R48	Kerusakan *pressure diffuser*	3	3	2
R49	Penyumbatan saringan sirkulasi	4	3	2
R50	Penyumbatan *outlet device*	4	2	1
R51	Kerusakan mesin *knotter*	3	3	2
R52	Kerusakan mesin *primary screen*	3	3	2
R53	Kerusakan mesin *secondary screen*	3	3	2
R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*	3	3	2
R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	4	3	2
R56	Kerusakan mesin *twin roll press*	4	3	2

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity, Occurrence,* dan *Detection* (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	4	3	1
R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	4	3	2
R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor	5	3	2
R60	Terjadinya *channeling*	4	4	2
R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat	4	3	1
R62	Kerusakan *medium concentration pump* (MCP)	4	4	2
R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	3	3	1
R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	4	4	2
R65	Kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi	4	3	1
R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi	4	3	1
R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	3	3	2
R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*	3	3	2
R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*	3	3	2
R70	Kerusakan mesin *screening*	3	3	2
R71	Kerusakan mesin *fourdrinier*	4	3	3
R72	Kerusakan mesin *second press roll*	4	4	2
R73	Kerusakan mesin *third press roll*	4	4	2
R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	4	3	2
R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C	4	3	2
R76	Kerusakan mesin *vacuum*	4	4	2
R77	Kerusakan *blow box*	4	3	2
R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	3	4	2
R79	Kerusakan mesin *cutting*	3	4	2
R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*	3	3	2
R81	Kerusakan *forklift* PDD1	4	4	2
R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1	4	2	2
R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	3	3	2
R84	Kerusakan mesin timbangan bale *pulp*	3	3	2

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	4	4	2
R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan	3	3	2
R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN	4	3	2
R88	Berat bale lebih dari 250kg	3	3	2
R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan	3	3	2
R90	Kerusakan *forklift* PDD2	4	4	2
R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2	4	2	2
R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	3	3	2
R93	Kerusakan mesin timbangan unit *pulp*	3	4	2
R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan	3	4	2
R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai	3	2	1
R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan	3	3	2
R97	Kerusakan *forklift* PDD3	4	3	2
R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3	4	2	2
R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale	3	2	2
R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale	3	2	2
R101	Kerusakan *warehouse equipment*	4	4	2
R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*	4	2	2
R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai	3	3	2
R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	3	2	1
R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi	4	2	1
R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran	4	2	1
R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	4	2	2
R108	*Salt cake* tumpah dari tangki	2	3	2
R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan	4	3	2
R110	Tangki *dissolving* mengalami kebocoran	4	2	2

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity, Occurrence,* dan *Detection* (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)	5	2	2
R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)	5	2	2
R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)	5	2	2
R114	*Smelt* terkena percikan air	5	2	2
R115	*Wind box* tidak berfungsi	4	3	1
R116	Kebakaran pada area *boiler*	5	2	2
R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi	4	3	2
R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	4	3	1
R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*	4	3	2
R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi	4	2	1
R121	Penurunan temperatur udara ambien	2	4	2
R122	Kerusakan mesin *lime kiln*	4	3	2
R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	3	2	1
R124	Produk *chlorine dioxide* bocor	5	2	2
R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*	5	1	2
R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat	4	2	2
R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat	4	2	2
R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*	4	3	2
R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	5	4	2
R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	4	4	2
R131	Ledakan pada area HCl	5	1	2
R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat	4	2	1
R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat	4	2	2
R134	Kerusakan HCl *mixing plant*	4	3	2
R135	Bahan NaCl bocor	3	3	2
R136	Produk HCL bocor pada *mixing tank* $NaClO_3$	3	4	2
R137	Produk $NaClO_3$ bocor	3	4	2
R138	Ledakan pada area $NaClO_3$	5	1	2

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Tingkat *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	*Rating*		
		Severity	*Occurrence*	*Detection*
R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat	3	3	2
R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat	3	3	2
R141	Kebutuhan NaCl dari ClO_2 *plant* tidak terpenuhi	4	2	1
R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*	4	3	2
R143	Kerusakan mesin pompa udara	4	4	2
R144	Kerusakan mesin saring udara	3	4	2
R145	Kerusakan *after cooler*	4	3	2
R146	Kerusakan *absorber*	4	3	1
R147	Kerusakan *turbo expander*	4	3	1
R148	Kerusakan *main heat exchanger*	4	3	1
R149	Kerusakan *condenser evaporator*	4	3	1
R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	4	3	2
R151	Media pemanas (pasir) < 500^oC	4	3	2
R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	3	4	4
R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	4	2	1
R154	Temperatur *steam* < 420^oC	4	2	1
R155	Kerusakan pada *turbine generator*	4	3	2
R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	4	4	3
R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	4	3	3
R158	Kerusakan pompa air *water treatment*	4	3	2
R159	Kebocoran *splitter box*	2	1	2
R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	4	2	2
R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi	4	2	2
R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	4	3	2
R163	Penyumbatan saluran bahan kimia	3	4	2
R164	Kebocoran *treated water basin*	4	1	2

4.4.3 Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN)

Perhitungan nilai *Risk Priority Number* dilakukan dengan menggunakan rumus 2.1 pada subbab 2.11. Berikut ini merupakan hasil perhitungan RPN untuk seluruh risiko yang berhasil diidentifikasi.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Kode Risiko	Risiko	RPN
R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	32
R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	36
R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	12
R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	12
R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	32
R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	8
R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	12
R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	16
R9	*Heavy equipment* CWD1 mengalami kerusakan	24
R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator	12
R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi	8
R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	6
R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	12
R14	Kayu terkena air hujan	15
R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	6
R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	18
R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	24
R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2	12
R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	18
R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	36
R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	27
R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	24
R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	24
R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	12
R25	Ketidak sesuaian ukuran *chip*	24
R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	36
R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	36
R28	Kebakaran pada area potong	36
R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	24
R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	16
R31	Kerusakan *vibrating screen*	36
R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*	27
R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*	27
R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	32

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	RPN
R35	*Transporting conveyor 3* mengalami kemacetan	24
R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	12
R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan	18
R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	16
R39	Kerusakan *air lock feeder*	24
R40	Kerusakan *chip bin*	24
R41	Kerusakan *chip meter*	24
R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	12
R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi	24
R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	32
R45	Kerusakan mesin impregnasi	18
R46	Kerusakan saringan ekstraksi	18
R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	18
R48	Kerusakan *pressure diffuser*	18
R49	Penyumbatan saringan sirkulasi	24
R50	Penyumbatan *outlet device*	8
R51	Kerusakan mesin *knotter*	18
R52	Kerusakan mesin *primary screen*	18
R53	Kerusakan mesin *secondary screen*	18
R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*	18
R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	24
R56	Kerusakan mesin *twin roll press*	24
R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	12
R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	24
R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor	30
R60	Terjadinya *channeling*	32
R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat	12
R62	Kerusakan *medium concentration pump* (MCP)	32
R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	9
R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	32
R65	Kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi	12
R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi	12
R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	18
R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*	18
R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*	18
R70	Kerusakan mesin *screening*	18
R71	Kerusakan mesin *fourdrinier*	36
R72	Kerusakan mesin *second press roll*	32
R73	Kerusakan mesin *third press roll*	32
R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	24
R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C	24

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	RPN
R76	Kerusakan mesin *vacuum*	32
R77	Kerusakan *blow box*	24
R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	24
R79	Kerusakan mesin *cutting*	24
R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*	18
R81	Kerusakan *forklift* PDD1	32
R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1	16
R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	18
R84	Kerusakan mesin timbangan bale *pulp*	18
R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	32
R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan	18
R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN	24
R88	Berat bale lebih dari 250kg	18
R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan	18
R90	Kerusakan *forklift* PDD2	32
R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2	16
R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	18
R93	Kerusakan mesin timbangan unit *pulp*	24
R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan	24
R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai	6
R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan	18
R97	Kerusakan *forklift* PDD3	24
R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3	16
R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale	12
R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale	12
R101	Kerusakan *warehouse equipment*	32
R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*	16
R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai	18
R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	6
R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi	8
R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran	8
R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	16
R108	*Salt cake* tumpah dari tangki	12
R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan	24
R110	Tangki *dissolving* mengalami kebocoran	16
R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)	20
R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)	20
R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)	20
R114	*Smelt* terkena percikan air	20
R115	*Wind box* tidak berfungsi	12
R116	Kebakaran pada area *boiler*	20
R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi	24

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	RPN
R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	12
R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*	24
R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi	8
R121	Penurunan temperatur udara ambien	16
R122	Kerusakan mesin *lime kiln*	24
R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	6
R124	Produk *chlorine dioxide* bocor	20
R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*	10
R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat	16
R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat	16
R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*	24
R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	40
R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	32
R131	Ledakan pada area HCl	10
R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat	8
R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat	16
R134	Kerusakan HCl *mixing plant*	24
R135	Bahan NaCl bocor	18
R136	Produk HCL bocor pada *mixing tank* $NaClO_3$	24
R137	Produk $NaClO_3$ bocor	24
R138	Ledakan pada area $NaClO_3$	10
R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat	18
R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat	18
R141	Kebutuhan NaCl dari unit ClO_2 *plant* tidak terpenuhi	8
R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*	24
R143	Kerusakan mesin pompa udara	32
R144	Kerusakan mesin saring udara	24
R145	Kerusakan *after cooler*	24
R146	Kerusakan *absorber*	12
R147	Kerusakan *turbo expander*	12
R148	Kerusakan *main heat exchanger*	12
R149	Kerusakan *condenser evaporator*	12
R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	24
R151	Media pemanas (pasir) < 500^oC	24
R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	48
R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	8
R154	Temperatur *steam* < 420^oC	8
R155	Kerusakan pada *turbine generator*	24
R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	48
R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	36

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	RPN
R158	Kerusakan pompa air *water treatment*	24
R159	Kebocoran *splitter box*	4
R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	16
R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi	16
R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	24
R163	Penyumbatan saluran bahan kimia	24
R164	Kebocoran *treated water basin*	8

4.5 Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko dilakukan dengan menentukan *ranking* risiko berdasarkan RPN dan melakukan pemetaan risiko berdasarkan kategori risiko.

4.5.1 Penentuan Ranking Risiko

Ranking risiko ditentukan berdasarkan besar RPN. *Ranking* risiko nomor 1 merupakan risiko dengan nilai RPN terbesar. Berikut ini merupakan hasil penentuan *ranking* risiko.

Tabel 4.9 *Ranking* Risiko

Ranking	Kode Risiko	Risiko	RPN
1	R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	48
2	R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	48
3	R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	40
4	R71	Kerusakan mesin *fourdriner*	36
5	R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	36
6	R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	36
7	R28	Kebakaran pada area potong	36
8	R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	36
9	R31	Kerusakan *vibrating screen*	36
10	R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	36
11	R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	36
12	R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	32
13	R60	Terjadinya *chanelling*	32
14	R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	32
15	R72	Kerusakan mesin *second press roll*	32
16	R73	Kerusakan mesin *third press roll*	32

Tabel 4.9 *Ranking* Risiko (lanjutan)

Ranking	Kode Risiko	Risiko	RPN
17	R76	Kerusakan mesin *vacuum*	32
18	R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	32
19	R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	32
20	R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	32
21	R143	Kerusakan mesin pompa udara	32
22	R62	Kerusakan *medium concetration pump* (MCP)	32
23	R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	32
24	R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	32
25	R101	Kerusakan *warehouse equipment*	32
26	R81	Kerusakan *forklift* PDD1	32
27	R90	Kerusakan *forklift* PDD2	32
28	R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor	30
29	R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	27
30	R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*	27
31	R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*	27
32	R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi	24
33	R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	24
34	R155	Kerusakan pada *turbine generator*	24
35	R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan	24
36	R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*	24
37	R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*	24
38	R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*	24
39	R134	Kerusakan HCl *mixing plant*	24
40	R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	24
41	R122	Kerusakan mesin *lime kiln*	24
42	R39	Kerusakan *air lock feeder*	24
43	R40	Kerusakan *chip bin*	24
44	R41	Kerusakan *chip meter*	24
45	R56	Kerusakan mesin *twin roll press*	24
46	R77	Kerusakan *blow box*	24
47	R145	Kerusakan *after cooler*	24
48	R158	Kerusakan pompa air *water treatment*	24
49	R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	24
50	R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C	24
51	R151	Media pemanas (pasir) < 500^{o}C	24
52	R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi	24
53	R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	24

Tabel 4.9 *Ranking* Risiko (lanjutan)

Ranking	Kode Risiko	Risiko	RPN
54	R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	24
55	R49	Penyumbatan saringan sirkulasi	24
56	R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	24
57	R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN	24
58	R97	Kerusakan *forklift* PDD3	24
59	R136	Produk HCL area NaClO3 bocor	24
60	R137	Produk $NaClO_3$ bocor	24
61	R79	Kerusakan mesin *cutting*	24
62	R25	Ketidaksesuaian ukuran *chip*	24
63	R93	Kerusakan mesin timbangan *unit pulp*	24
64	R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan	24
65	R163	Penyumbatan saluran bahan kimia	24
66	R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	24
67	R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	24
68	R9	*Heavy equipment* CWD1 mengalami kerusakan	24
69	R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	24
70	R35	*Transporting conveyor 3* mengalami kemacetan	24
71	R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	24
72	R144	Kerusakan mesin saring udara	24
73	R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)	20
74	R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)	20
75	R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)	20
76	R114	*Smelt* terkena percikan air	20
77	R116	Kebakaran pada area *boiler*	20
78	R124	Produk *chlorine dioxide* bocor	20
79	R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	18
80	R45	Kerusakan mesin impregnasi	18
81	R46	Kerusakan saringan ekstraksi	18
82	R48	Kerusakan *pressure diffuser*	18
83	R51	Kerusakan mesin *knotter*	18
84	R52	Kerusakan mesin *primary screen*	18
85	R53	Kerusakan mesin *secondary screen*	18
86	R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*	18
87	R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	18
88	R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*	18
89	R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*	18
90	R70	Kerusakan mesin *screening*	18

Tabel 4.9 *Ranking* Risiko (lanjutan)

Ranking	Kode Risiko	Risiko	RPN
91	R84	Kerusakan mesin timbangan *bale pulp*	18
92	R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	18
93	R135	Bahan NaCl bocor	18
94	R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat	18
95	R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat	18
96	R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	18
97	R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan	18
98	R88	Berat bale lebih dari 250kg	18
99	R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*	18
100	R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan	18
101	R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	18
102	R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan	18
103	R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	18
104	R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan	18
105	R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai	18
106	R110	Tangki *dissolving* mengalami kebocoran	16
107	R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	16
108	R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat	16
109	R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat	16
110	R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat	16
111	R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	16
112	R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi	16
113	R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*	16
114	R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1	16
115	R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2	16
116	R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3	16
117	R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	16
118	R121	Penurunan temperatur udara ambien	16
119	R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	16
120	R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	16
121	R14	Kayu terkena air hujan	15
122	R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	12
123	R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	12
124	R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	12
125	R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator	12

Tabel 4.9 *Ranking* Risiko (lanjutan)

Ranking	Kode Risiko	Risiko	RPN
126	R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2	12
127	R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	12
128	R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	12
129	R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	12
130	R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat	12
131	R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	12
132	R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	12
133	R146	Kerusakan *absorber*	12
134	R147	Kerusakan *turbo expander*	12
135	R148	Kerusakan *main heat exchanger*	12
136	R149	Kerusakan *condenser evaporator*	12
137	R65	Kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi	12
138	R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi	12
139	R115	*Wind box* tidak berfungsi	12
140	R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale	12
141	R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale	12
142	R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	12
143	R108	*Salt cake* tumpah dari tangki	12
144	R131	Ledakan pada area HCl	10
145	R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*	10
146	R138	Ledakan pada area $NaClO_3$	10
147	R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	9
148	R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi	8
149	R50	Penyumbatan *outlet device*	8
150	R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran	8
151	R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	8
152	R154	Temperatur *steam* < 420^{o}C	8
153	R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat	8
154	R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi	8
155	R141	Kebutuhan NaCl dari unit ClO_2 *plant* tidak terpenuhi	8
156	R164	Kebocoran *treated water basin*	8
157	R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	8
158	R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi	8
159	R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	6

Tabel 4.9 *Ranking* Risiko (lanjutan)

Ranking	Kode Risiko	Risiko	RPN
160	R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	6
161	R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai	6
162	R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	6
163	R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	6
164	R159	Kebocoran *splitter box*	4

4.5.2 Pemetaan Risiko

Pemetaan risiko dilakukan dengan menggunakan kriteria penilaian *severity* dan *occurrence.* Level risiko yang digunakan terdiri dari *extreme risk, high risk, moderate risk,* dan *low risk.* Level risiko beserta kriteria penilaian dari setiap level risiko ini ditentukan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan untuk menyesuaikan level risiko ini dengan level risiko yang digunakan perusahaan pada standar ISO lainnya. Hasil pemetaan sejumlah 164 risiko ditampilkan pada Gambar 4.22.

Occurrence →						
	5	R14				
	4		R8, R30, R38, R121	R2, R9, R17, R20, R22, R23, R25, R31, R35, R78, R79, R93, R94, R136, R137, R144, R163	R1, R5, R34, R44, R60, R62, R64, R72, R73, R76, R81, R85, R90, R101, R130, R143, R152, R156	R129
	3	R12, R15	R3, R36, R108	R16, R19, R21, R32, R33, R37, R45, R46, R47, R48, R51, R52, R53, R54, R63, R67, R68, R69, R70, R80, R83, R84, R86, R88, R89, R92, R96, R103, R135, R139, R140	R24, R26, R27, R28, R29, R39, R40, R41, R42, R43, R49, R55, R56, R57, R58, R61, R65, R66, R71, R74, R75, R77, R87, R97, R109, R115, R117, R118, R119, R122, R128, R134, R142, R145, R146, R147, R148, R149, R150, R151, R155, R157, R158, R162	R59
	2		R6, R11	R4, R7, R10, R13, R18, R95, R99, R100, R104, R123	R50, R82, R91, R98, R102, R105, R106, R107, R110, R120, R126, R127, R132, R133, R141, R153, R154, R160, R161	R111, R112, R113, R114, R116, R124
	1		R159		R164	R125, R131, R138
		1	2	3	4	5
		Severity →				

Low Risk	*Moderate Risk*	*High Risk*	*Extreme Risk*

Gambar 4.22 Hasil Pemetaan Risiko Proses Produksi

Berikut ini merupakan daftar kategori seluruh risiko yang teridentifikasi berdasarkan urutan *ranking* risiko.

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	4	4	3	48	*High*
R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	4	4	3	48	*High*
R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	5	4	2	40	*Extreme*
R71	Kerusakan mesin *fourdriner*	4	3	3	36	*High*
R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	4	3	3	36	*High*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	4	3	3	36	*High*
R28	Kebakaran pada area potong	4	3	3	36	*High*
R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	4	3	3	36	*High*
R31	Kerusakan *vibrating screen*	3	4	3	36	*Moderate*
R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	3	4	3	36	*Moderate*
R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	3	4	3	36	*Moderate*
R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	4	4	2	32	*High*
R60	Terjadinya *chanelling*	4	4	2	32	*High*
R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	4	4	2	32	*High*
R72	Kerusakan mesin *second press roll*	4	4	2	32	*High*
R73	Kerusakan mesin *third press roll*	4	4	2	32	*High*
R76	Kerusakan mesin *vacuum*	4	4	2	32	*High*
R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	4	4	2	32	*High*
R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	4	4	2	32	*High*
R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	4	4	2	32	*High*
R143	Kerusakan mesin pompa udara	4	4	2	32	*High*
R62	Kerusakan *medium concetration pump* (MCP)	4	4	2	32	*High*
R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	4	4	2	32	*High*
R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	4	4	2	32	*High*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R101	Kerusakan *warehouse equipment*	4	4	2	32	*High*
R81	Kerusakan *forklift* PDD1	4	4	2	32	*High*
R90	Kerusakan *forklift* PDD2	4	4	2	32	*High*
R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor	5	3	2	30	*Extreme*
R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	3	3	3	27	*Moderate*
R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*	3	3	3	27	*Moderate*
R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*	3	3	3	27	*Moderate*
R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi	4	3	2	24	*High*
R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	4	3	2	24	*High*
R155	Kerusakan pada *turbine generator*	4	3	2	24	*High*
R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan	4	3	2	24	*High*
R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*	4	3	2	24	*High*
R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*	4	3	2	24	*High*
R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*	4	3	2	24	*High*
R134	Kerusakan HCl *mixing plant*	4	3	2	24	*High*
R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	4	3	2	24	*High*
R122	Kerusakan mesin *lime kiln*	4	3	2	24	*High*
R39	Kerusakan *air lock feeder*	4	3	2	24	*High*
R40	Kerusakan *chip bin*	4	3	2	24	*High*
R41	Kerusakan *chip meter*	4	3	2	24	*High*
R56	Kerusakan mesin *twin roll press*	4	3	2	24	*High*
R77	Kerusakan *blow box*	4	3	2	24	*High*
R145	Kerusakan *after cooler*	4	3	2	24	*High*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R158	Kerusakan pompa air *water treatment*	4	3	2	24	*High*
R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	4	3	2	24	*High*
R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C	4	3	2	24	*High*
R151	Media pemanas (pasir) < 500^{o}C	4	3	2	24	*High*
R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi	4	3	2	24	*High*
R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	4	3	2	24	*High*
R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	4	3	2	24	*High*
R49	Penyumbatan saringan sirkulasi	4	3	2	24	*High*
R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	4	3	2	24	*High*
R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN	4	3	2	24	*High*
R97	Kerusakan *forklift* PDD3	4	3	2	24	*High*
R136	Produk HCL area $NaClO_3$ bocor	3	4	2	24	*Moderate*
R137	Produk $NaClO_3$ bocor	3	4	2	24	*Moderate*
R79	Kerusakan mesin *cutting*	3	4	2	24	*Moderate*
R25	Ketidaksesuaian ukuran *chip*	3	4	2	24	*Moderate*
R93	Kerusakan mesin timbangan *unit pulp*	3	4	2	24	*Moderate*
R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan	3	4	2	24	*Moderate*
R163	Penyumbatan saluran bahan kimia	3	4	2	24	*Moderate*
R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	3	4	2	24	*Moderate*
R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	3	4	2	24	*Moderate*
R9	*Heavy equipment* CWD1 mengalami kerusakan	3	4	2	24	*Moderate*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	3	4	2	24	*Moderate*
R35	*Transporting conveyor 3* mengalami kemacetan	3	4	2	24	*Moderate*
R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	3	4	2	24	*Moderate*
R144	Kerusakan mesin saring udara	3	4	2	24	*Moderate*
R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)	5	2	2	20	*High*
R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)	5	2	2	20	*High*
R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)	5	2	2	20	*High*
R114	*Smelt* terkena percikan air	5	2	2	20	*High*
R116	Kebakaran pada area *boiler*	5	2	2	20	*High*
R124	Produk *chlorine dioxide* bocor	5	2	2	20	*High*
R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	3	3	2	18	*Moderate*
R45	Kerusakan mesin impregnasi	3	3	2	18	*Moderate*
R46	Kerusakan saringan ekstraksi	3	3	2	18	*Moderate*
R48	Kerusakan *pressure diffuser*	3	3	2	18	*Moderate*
R51	Kerusakan mesin *knotter*	3	3	2	18	*Moderate*
R52	Kerusakan mesin *primary screen*	3	3	2	18	*Moderate*
R53	Kerusakan mesin *secondary screen*	3	3	2	18	*Moderate*
R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*	3	3	2	18	*Moderate*
R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	3	3	2	18	*Moderate*
R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*	3	3	2	18	*Moderate*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*	3	3	2	18	*Moderate*
R70	Kerusakan mesin *screening*	3	3	2	18	*Moderate*
R84	Kerusakan mesin timbangan *bale pulp*	3	3	2	18	*Moderate*
R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	3	3	2	18	*Moderate*
R135	Bahan NaCl bocor	3	3	2	18	*Moderate*
R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat	3	3	2	18	*Moderate*
R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat	3	3	2	18	*Moderate*
R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	3	3	2	18	*Moderate*
R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan	3	3	2	18	*Moderate*
R88	Berat bale lebih dari 250kg	3	3	2	18	*Moderate*
R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*	3	3	2	18	*Moderate*
R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan	3	3	2	18	*Moderate*
R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	3	3	2	18	*Moderate*
R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan	3	3	2	18	*Moderate*
R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	3	3	2	18	*Moderate*
R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan	3	3	2	18	*Moderate*
R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai	3	3	2	18	*Moderate*
R110	Tangki *dissolving* mengalami kebocoran	4	2	2	16	*Moderate*
R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	4	2	2	16	*Moderate*
R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat	4	2	2	16	*Moderate*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat	4	2	2	16	*Moderate*
R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat	4	2	2	16	*Moderate*
R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	4	2	2	16	*Moderate*
R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi	4	2	2	16	*Moderate*
R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*	4	2	2	16	*Moderate*
R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1	4	2	2	16	*Moderate*
R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2	4	2	2	16	*Moderate*
R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3	4	2	2	16	*Moderate*
R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	2	4	2	16	*Moderate*
R121	Penurunan temperatur udara ambien	2	4	2	16	*Moderate*
R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	2	4	2	16	*Moderate*
R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	2	4	2	16	*Moderate*
R14	Kayu terkena air hujan	1	5	3	15	*Moderate*
R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	3	2	2	12	*Low*
R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	3	2	2	12	*Low*
R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	3	2	2	12	*Low*
R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator	3	2	2	12	*Low*
R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2	3	2	2	12	*Low*
R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	2	3	2	12	*Low*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	4	3	1	12	*High*
R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	4	3	1	12	*High*
R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat	4	3	1	12	*High*
R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	4	3	1	12	*High*
R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	4	3	1	12	*High*
R146	Kerusakan *absorber*	4	3	1	12	*High*
R147	Kerusakan *turbo expander*	4	3	1	12	*High*
R148	Kerusakan *main heat exchanger*	4	3	1	12	*High*
R149	Kerusakan *condenser evaporator*	4	3	1	12	*High*
R65	Kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi	4	3	1	12	*High*
R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi	4	3	1	12	*High*
R115	*wind box* tidak berfungsi	4	3	1	12	*High*
R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale	3	2	2	12	*Low*
R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale	3	2	2	12	*Low*
R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	2	3	2	12	*Low*
R108	*Salt cake* tumpah dari tangki	2	3	2	12	*Low*
R131	Ledakan pada area HCl	5	1	2	10	*High*
R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*	5	1	2	10	*High*
R138	Ledakan pada area $NaClO_3$	5	1	2	10	*High*
R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	3	3	1	9	*Moderate*

Tabel 4.10 Kategori Risiko Proses Produksi (lanjutan)

Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori Risiko
		S	*O*	*D*		
R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi	4	2	1	8	*Moderate*
R50	Penyumbatan *outlet device*	4	2	1	8	*Moderate*
R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran	4	2	1	8	*Moderate*
R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	4	2	1	8	*Moderate*
R154	Temperatur *steam* < 420^{o}C	4	2	1	8	*Moderate*
R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat	4	2	1	8	*Moderate*
R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi	4	2	1	8	*Moderate*
R141	Kebutuhan NaCl dari unit ClO_2 plant tidak terpenuhi	4	2	1	8	*Moderate*
R164	Kebocoran *treated water basin*	4	1	2	8	*Low*
R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	2	2	2	8	*Low*
R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi	2	2	2	8	*Low*
R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	3	2	1	6	*Low*
R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	3	2	1	6	*Low*
R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai	3	2	1	6	*Low*
R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	1	3	2	6	*Low*
R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	1	3	2	6	*Low*
R159	Kebocoran *splitter box*	2	1	2	4	*Low*

4.6 Penentuan Rencana Perlakuan Risiko

Rencana perlakuan risiko dibuat sebagai rekomendasi langkah yang dapat diambil oleh perusahaan dalam menjalankan tahap perlakuan risiko, sesuai dengan

standar ISO 31000. Bentuk perlakuan risiko yang diusulkan antara lain menghindari risiko, berbagi risiko, dan mitigasi risiko. Pada pembuatan rencana perlakuan risiko, proses produksi *pulp* dikategorikan sesuai proses produksi pada level 1, yaitu proses pengolahan *raw material*, proses *fiber line*, proses pemulihan bahan kimia, dan proses pengadaan utilitas. Perlakuan risiko ini diberikan sesuai dengan kategori proses karena perlakuan risiko antar proses dapat berbeda.

Selanjutnya, pembagian risiko dilakukan menurut kemiripan langkah perlakuan risiko yang diusulkan. Pada proses pengolahan *raw material*, risiko dibagi menjadi 4 kategori risiko, yaitu:

1. Bahan baku proses
2. Operator
3. *Material handling*
4. Mesin

Rekomendasi perlakuan risiko untuk proses pengolahan *raw material* ditunjukkan pada Tabel 4.11 sampai Tabel 4.14.

Tabel 4.11 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan Raw Material (1)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
Bahan Baku Proses	R1, R6, R21, R24	Membuat perjanjian kerja sama antara perusahaan dengan pihak *supplier* untuk memastikan spesifikasi kayu telah sesuai dengan kebutuhan produksi sebagai berikut: 1. Kualitas kayu yang dikirimkan harus sesuai dengan dokumen spesifikasi log 2. Berat kayu yang dikirimkan harus sesuai dengan *form request* yang diberikan pada pihak	Melakukan pengecekan kayu sebelum kayu masuk ke dalam proses untuk memastikan kayu telah sesuai dengan spesifikasi bahan baku proses yang dibutuhkan sebagai berikut: 1. Pengecekan tingkat kelembapan kayu menggunakan alat pengukur kelembapan selama masa pengeringan kayu

Kategori Risiko	Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
		supplier ketika melakukan pemesanan 3. *Supplier* diberikan arahan untuk memastikan kualitas kayu dan berat kayu yang akan dikirimkan telah sesuai dengan permintaan perusahaan	2. Pembersihan kayu dari material non logam sebelum memasuki mesin untuk menghindari kerusakan mesin

Tabel 4.12 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan *Raw Material* (2)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Operator	R3, R4, R7, R8, R10, R12, R13, R15, R18	Memastikan operator memiliki kompetensi dalam melakukan pekerjaannya dengan cara sebagai berikut: 1. Melakukan pengecekan izin dan masa berlaku izin pengoperasian *material handling* yang dimiliki oleh operator secara berkala (SILO) 2. Mengadakan pelatihan dalam pengoperasian *material handling* secara berkala 3. Melakukan simulasi penggunaan *material handling* untuk meningkatkan pemahaman penggunaan *material handling* 4. Menempelkan SOP dan *flowchart* penggunaan *material handling* di dekat area kontrol *material handling* 5. Memastikan *maintenance* dilakukan oleh operator yang memiliki Izin Penggunaan Api 6. *Security* di area masuk bahan baku kayu menghubungi pihak CWD untuk mempersiapkan operator di area penerimaan kayu ketika kayu sampai di lokasi

Tabel 4.13 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan *Raw Material* (3)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Material Handling	*Logging truck, Heavy equipment*	R2, R9, R16.	1. Membuat penjadwalan *predictive maintenance* secara berkala untuk seluruh *material handling* 2. Melakukan pemeriksaan rutin untuk *material handling*, hanya *logging truck* dan *heavy equipment* yang kondisinya baik yang diizinkan beroperasi 3. Melakukan perbaikan jalan dari pos penerimaan kayu menuju *truck scale* 4. Membuat *check list* pengontrolan jalan jalur alat berat 5. Memberikan pelumas secara berkala pada *conveyor* 6. Melakukan pembersihan kotoran dan lumpur di bagian bawah *conveyor* secara berkala 7. Apabila kayu tersumbat di *conveyor*, pengangkatan kayu dilakukan sesuai dengan instruksi kerja dengan mematikan *conveyor* terlebih dahulu
	Conveyor	R17, R22, R23, R29, R30, R34, R35, R36, R37	

Tabel 4.14 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengolahan *Raw Material* (4)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
Mesin	*Truck scale*	R5	Membuat perjanjian kerja sama dengan konsultan mesin untuk mengatasi gangguan yang timbul pada mesin	1. Membuat penjadwalan *predictive maintenance* secara berkala untuk seluruh mesin
	Debarking Drum	R20		
	Disk Chipper	R25, R26, R27, R28		

Kategori Risiko		Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
	Vibrating Screen	R31, R32, R33		2. Membuat penjadwalan waktu *shutdown* beserta SOP *shutdown* untuk setiap mesin 3. Penggunaan peralatan yang aman saat melakukan *maintenance* untuk mengurangi percikan api yang dapat memicu kebakaran Khusus *truck scale* • Melakukan kalibrasi alat secara berkala supaya nilai berat yang ditampilkan sesuai Khusus *disk chipper* • Melakukan penggantian pisau *chipper* secara berkala untuk mengurangi ketidak sesuaian ukuran *chip* Khusus *vibrating screen* • Mengaktifkan sensor pengukur ukuran *chip* pada pintu keluar *chip*

Pada proses *fiber line*, risiko dibagi menjadi 6 kategori risiko, yaitu:

1. Bahan baku proses
2. Operator
3. *Material handling*
4. Kontrol Sistem
5. Mesin
6. Peralatan pendukung

Berikut ini merupakan usulan perlakuan risiko untuk proses *fiber line*.

Tabel 4.15 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (1)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Menghindari Risiko	Mitigasi Risiko
Bahan Baku Proses	*Chip Digester*	R38	1. Menyediakan bahan pemutih (ClO_2) cadangan 2. Menyediakan bahan NaOH cadangan	Menyediakan alat dengan sensor berat pada pintu masuk *digester*
	Bleaching	R63, R65, R66		Menyediakan sensor suhu pada pintu masuk air mesin *bleaching*

Tabel 4.16 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (2)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Operator	R80, R82, R83, R89, R91, R92, R96, R102, R103	Memastikan operator memiliki kompetensi dalam melakukan pekerjaannya dengan cara sebagai berikut: 1. Melakukan pengecekan izin dan masa berlaku izin pengoperasian *material handling* yang dimiliki oleh operator secara berkala 2. Mengadakan pelatihan dalam pengoperasian *material handling* dan proses pembungkusan *pulp* secara berkala 3. Melakukan simulasi penggunaan *material handling* untuk meningkatkan pemahaman penggunaan *material handling*

		4. Menempelkan SOP dan *flowchart* penggunaan *material handling* di dekat area kontrol *material handling*

Tabel 4.17 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (3)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Material Handling	R81, R90, R97, R101	Membuat penjadwalan *predictive maintenance* secara berkala pada *forklift* dan *heavy equipment*

Tabel 4.18 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (4)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Menghindari Risiko
Kontrol Sistem	R42, R43, R44, R57, R58, R59, R60, R61, R74, R75	Menyediakan sistem alarm yang akan memberikan peringatan ketika kondisi suhu, volume, maupun tekanan di dalam proses tidak sesuai standar

Tabel 4.19 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (5)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
Mesin	*Chip Digester*	R39, R40, R41, R45,	1. Membuat perjanjian kerja sama dengan konsultan mesin untuk mengatasi gangguan yang timbul pada mesin	1. Membuat penjadwalan *predictive maintenance* secara berkala untuk seluruh mesin 2. Membuat penjadwalan waktu *shutdown* beserta SOP *shutdown* untuk setiap mesin
	Screening	R51, R52, R53, R54		
	Washing	R55, R67, R68, R69,		

Kategori Risiko		Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
		R70		3. Penggunaan peralatan yang aman saat melakukan *maintenance* untuk mengurangi percikan api yang dapat memicu kebakaran
	Drying and Cutting	R71, R72, R73, R76, R79		
	Packaging	R85, R86, R87, R93, R94, R95, R99, R100		

Tabel 4.20 Usulan Perlakuan Risiko Proses *Fiber line* (6)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Peralatan pendukung	Saringan	R46	1. Membuat penjadwalan rutin pembersihan peralatan dari kotoran *pulp* yang menempel 2. Membuat penjadwalan perbaikan dan penggantian peralatan Khusus pipa: • Membuat penjadwalan pengecekan ketebalan pipa dan pembersihan pipa dari kotoran secara rutin • Penanganan kebocoran dilakukan sesuai *working instruction*
	Pompa	R48, R62	
	Pipa	R47, R49, R50,	
	Blow box	R77	
	Pisau	R78	

Pada proses pemulihan bahan kimia, risiko dibagi menjadi 4 kategori risiko, yaitu:

1. Bahan baku proses
2. Kontrol sistem
3. Mesin
4. Peralatan pendukung

Berikut ini merupakan usulan perlakuan risiko untuk proses pemulihan bahan kimia.

Tabel 4.21 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (1)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Menghindari Risiko	Mitigasi Risiko
Bahan Baku Proses	R107, R108, R117, R120	1. Menyediakan persediaan baku cadangan 2. Menambah tangki penyimpanan *weak wash* dan batu kapur sebagai persediaan cadangan ketika proses penyediaan bahan baku terhambat	1. Membuat penjadwalan kebutuhan bahan baku proses

Tabel 4.22 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (2)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Menghindari Risiko	Mitigasi Risiko
Kontrol Sistem	R111, R112, R113, R114, R118, R121	1. Menyediakan sistem alarm yang akan memberikan peringatan ketika kondisi suhu, volume, maupun tekanan di dalam proses tidak sesuai standar	1. Membuat penjadwalan perawatan detektor kebocoran gas secara rutin 2. Memastikan sirkulasi udara dalam keadaan baik sesuai dengan

Kategori Risiko	Kode Risiko	Menghindari Risiko	Mitigasi Risiko
			material safety data sheet 3. Melakukan *drill training emergency* kebocoran gas secara periodik 4. Membuat penjadwalan pemeriksaan semua peralatan yang berhubungan dengan kebocoran *boiler* seperti berikut: • *Boiler Management System* • *Emergency Shutdown Procedure* • *Rapid Drain System* • *Pressure Safety Valve*

Tabel 4.23 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (3)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
Mesin	R105, R116, R119, R122	Membuat perjanjian kerja sama dengan konsultan mesin untuk mengatasi gangguan yang timbul pada mesin	1. Membuat penjadwalan *predictive maintenance* secara berkala untuk seluruh mesin 2. Membuat penjadwalan waktu *shutdown* beserta

Kategori Risiko	Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
			SOP *shutdown* untuk setiap mesin 3. Penggunaan peralatan yang aman saat melakukan *maintenance* untuk mengurangi percikan api yang dapat memicu kebakaran 4. Melakukan *drill training emergency* kebocoran gas secara periodik

Tabel 4.24 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pemulihan Bahan Kimia (4)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Peralatan Pendukung	Tangki	R104, R106, R110	1. Membuat penjadwalan rutin pembersihan peralatan 2. Membuat penjadwalan perbaikan dan penggantian peralatan Khusus tangki: Melakukan isolasi tangki, pembersihan tangki, dan pemasangan *blower* dalam proses perawatan tangki
	Nozzle	R109	
	Wind Box	R115	

Pada proses pengadaan utilitas, risiko dibagi menjadi 4 kategori risiko, yaitu:

1. Bahan baku proses

2. Kontrol sistem
3. Mesin
4. Peralatan pendukung

Usulan perlakuan risiko untuk proses pengadaan utilitas ditunjukkan pada Tabel 4.25 sampai Tabel 4.28.

Tabel 4.25 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (1)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Menghindari Risiko	Mitigasi Risiko
Bahan Baku	R141, R152, R156, R157, R161, R162	1. Menyediakan persediaan baku cadangan 2. Menambah tangki penyimpanan sebagai persediaan cadangan ketika proses penyediaan bahan baku terhambat	Membuat penjadwalan kebutuhan bahan baku proses

Tabel 4.26 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (2)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Menghindari Risiko	Mitigasi Risiko
Kontrol Sistem	R125, R131, R151, R153, R154	Menyediakan sistem alarm yang akan memberikan peringatan ketika kondisi suhu, volume, maupun tekanan di dalam proses tidak sesuai standar	Membuat penjadwalan perawatan detektor kebocoran gas secara rutin

Tabel 4.27 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (3)

Kategori Risiko	Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
Mesin	R128, R134,	Membuat perjanjian kerja sama dengan konsultan mesin	1. Membuat penjadwalan *predictive maintenance*

Kategori Risiko	Kode Risiko	Berbagi risiko	Mitigasi Risiko
	R142, R143, R144, R145, R146, R147, R148, R149, R150, R155, R158, 160,	untuk mengatasi gangguan yang timbul pada mesin	secara berkala untuk seluruh mesin 2. Membuat penjadwalan waktu *shutdown* beserta SOP *shutdown* untuk setiap mesin 3. Penggunaan peralatan yang aman saat melakukan *maintenance* untuk mengurangi percikan api yang dapat memicu kebakaran

Tabel 4.28 Usulan Perlakuan Risiko Proses Pengadaan Utilitas (4)

Kategori Risiko		Kode Risiko	Mitigasi Risiko
Peralatan Pendukung	Tangki	R124, R130, R136, R137, R138, R159, 164	1. Membuat penjadwalan rutin pembersihan peralatan 2. Membuat penjadwalan perbaikan dan penggantian peralatan Khusus tangki: Melakukan isolasi tangki, pembersihan tangki, dan pemasangan *blower* dalam proses perawatan tangki
	Pipa	R123, R126, R127, R129, R132, R133, R135, R139, R140, R163	

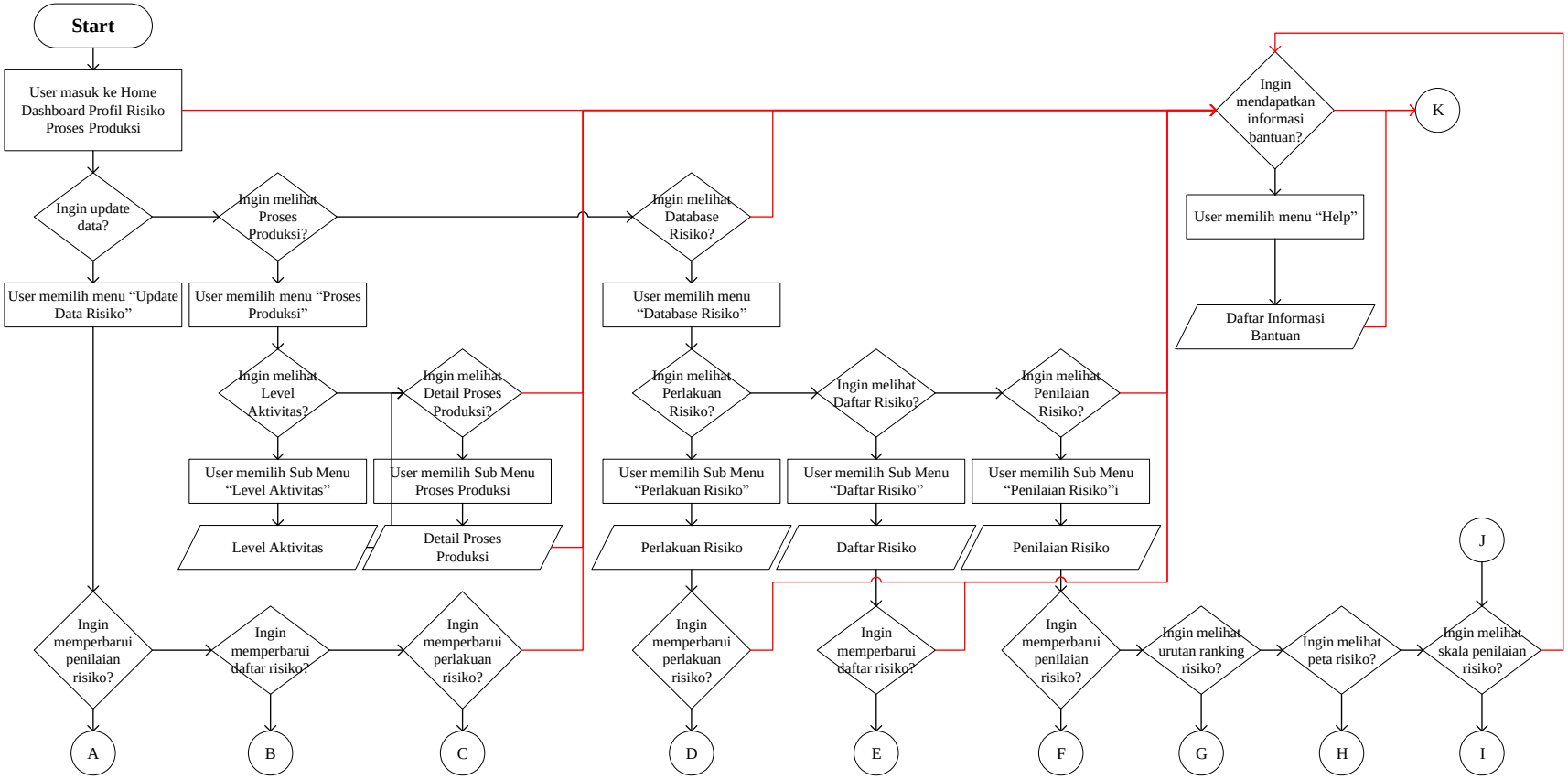
4.7 Perancangan *Dashboard* Risiko (*Risk Profile*)

Dashboard risiko dirancang dengan menggunakan *Visual Basic for Application* (VBA) pada *software Microsoft Excel. Dashboard* ini dibuat dengan tujuan untuk membantu pihak perusahaan dalam melakukan pengelolaan dan pemantauan risiko pada proses produksi *pulp*. *User* dapat mengakses database risiko, penilaian risiko, maupun perlakuan risiko sesuai kebutuhan dalam proses pengelolaan risiko. Selain itu, *user* juga dapat melakukan *update* database dengan memasukkan data penilaian terbaru maupun menambahkan risiko baru. Data yang digunakan dalam proses perancangan *dashboard* risiko adalah sebagai berikut.

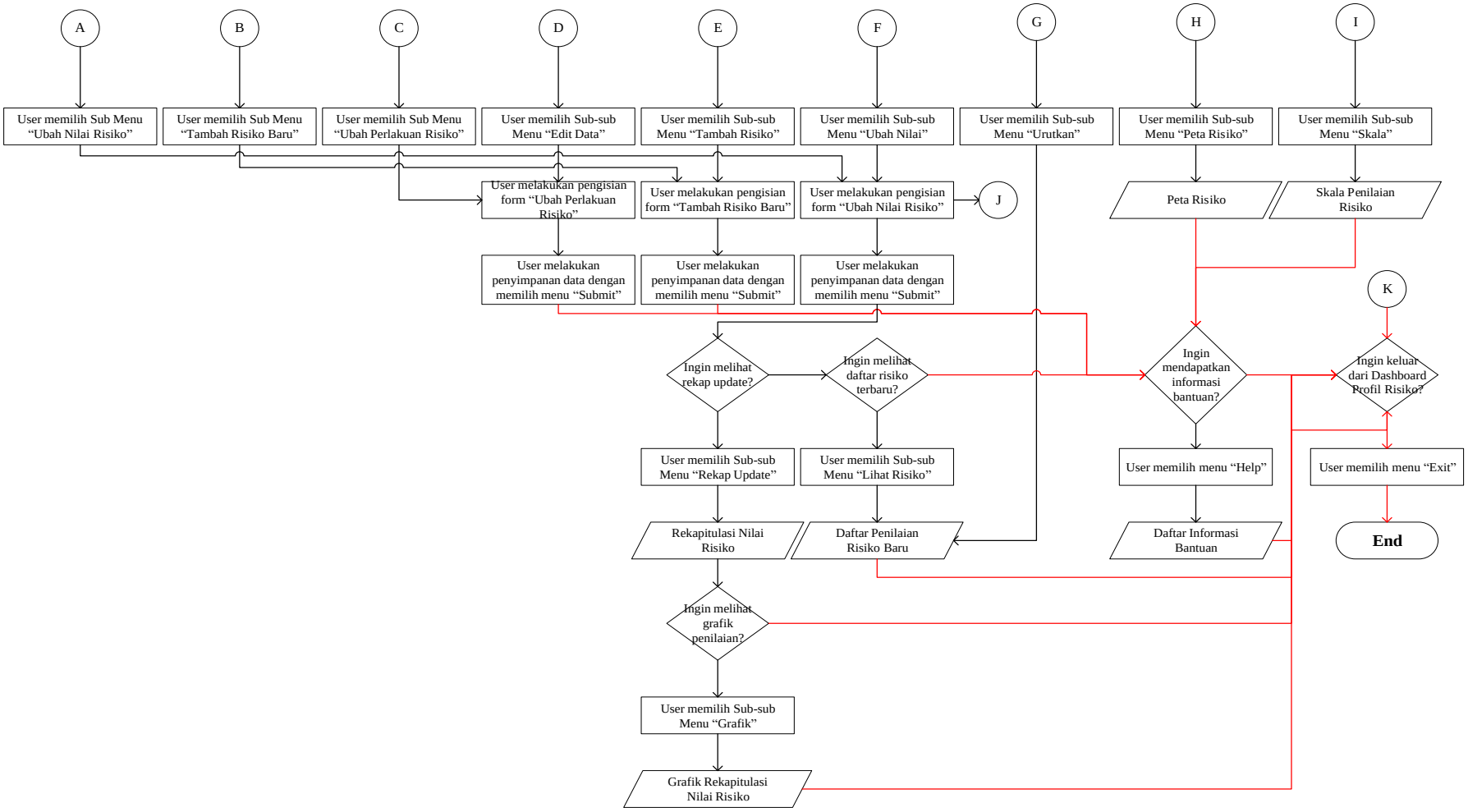
1. Data identifikasi alur proses produksi *pulp* PT. X.
2. Data hasil identifikasi risiko ada proses produksi *pulp* PT. X.
3. Data hasil penilaian risiko yang meliputi tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk setiap risiko pada proses produksi *pulp* PT. X.
4. Data hasil perancangan rencana perlakuan risiko untuk setiap risiko pada proses produksi *pulp* PT. X.
5. Kriteria penilaian nilai *severity, occurrence, detection,* serta skala kategori risiko yang akan digunakan.

Daftar *coding* yang telah dibuat untuk membangun *dashboard* profil risiko ini dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Alur penggunaan *dashboard* risiko proses produksi *pulp* yang dibuat sebagai bahan pembuatan *dashboard* ditunjukkan oleh Gambar 4.23 dan Gambar 4.24.



Gambar 4.23 *Flowchart Dashboard* Profil Risiko Proses Produksi (1)



Gambar 4.24 *Flowchart Dashboard* Profil Risiko Proses Produksi (2)

BAB 5
ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dipaparkan analisis dan interpretasi berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya yang terdiri dari analisis identifikasi proses produksi, analisis identifikasi risiko proses produksi, analisis risiko proses produksi, analisis evaluasi risiko, analisis rekomendasi perlakuan risiko, dan analisis *dashboard* profil risiko.

5.1 Analisis Identifikasi Proses Produksi

Proses produksi *pulp* di PT. X dibagi menjadi empat bagian besar, yaitu proses pengolahan *raw material,* proses *fiber line,* proses pemulihan bahan kimia, dan proses pengadaan utilitas. Berikut ini merupakan deskripsi dan penjabaran proses produksi *pulp* pada PT. X.

5.1.1 Proses Pengolahan Raw Material

Proses yang dilakukan pertama kali pada proses produksi *pulp* adalah proses pengolahan *raw material.* Proses *raw material* dijalankan oleh divisi *chip and wood.* Proses pengolahan *raw material* ini dimulai dari proses penyiapan bahan baku kayu oleh unit *wood yard* dan dilanjutkan dengan proses pembuatan *chip* oleh unit *chip handling.* Berikut ini merupakan deskripsi proses pengolahan *raw material.*

1. Proses Penyiapan Bahan Baku Kayu

Penyiapan bahan baku dilakukan dengan tujuan untuk menyiapkan bahan baku serpih kayu atau *chips* supaya memenuhi kriteria yang diinginkan dalam proses pemasakan. Bahan baku yang digunakan berupa kayu atau *log* dengan panjang ± 2–4 m dan diameter antara 10-60 cm. Bahan baku ini didapatkan dari *supplier* kayu PT. Y.

Setelah kayu sampai di gerbang area *mill site,* pengecekan kondisi truk dan ikatan kayu dilakukan oleh divisi *transportation.* Selanjutnya, kayu akan dikirim ke bagian *wood yard* dengan menggunakan *logging truck. Log checker* bertugas untuk menerima dan melakukan pengecekan pada kayu yang datang. Pengecekan

ini dilakukan untuk melihat apakah kayu yang diterima telah sesuai dengan dokumen Spesifikasi *Log* dan siap untuk melewati proses produksi.

Selanjutnya, kayu akan ditimbang di Stasiun Penimbangan dengan menggunakan *truck scale* untuk mengetahui berat kayu yang masuk. Berat kayu yang masuk akan disesuaikan dengan *form request* yang telah dibuat sebelumnya oleh divisi *chip and wood.* Operator yang bertugas untuk menimbang truk dengan muatan kayu ini adalah *truck scale operator.*

Kayu akan dibongkar dengan menggunakan alat berat dan dimasukkan ke dalam daerah penerimaan kayu atau *storage area.* Dalam area penerimaan kayu, kayu akan ditumpuk dan dikeringkan secara alami selama 23 hari. Pengeringan kayu ini dilakukan untuk menghilangkan senyawa organik yang bersifat mudah menguap yang akan mengganggu proses pemasakan dan pemutihan.

2. Proses Pembuatan *Chip*

Proses pembuatan *chip* dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu proses pengulitan (*debarking*), proses pembentukan *chip* (*chipping*), proses pengayakan *chip* (*chip screening*), dan proses penyimpanan *chip* (*chip storage*). Deskripsi setiap tahapan proses produksi dipaparkan sebagai berikut.

a. *Proses Pengulitan Log (Debarking)*

Setelah kayu selesai dikeringkan, kayu akan dikirim ke dalam *debarking drum* dengan menggunakan *log chain conveyor*. Kemudian, *debarking drum* akan menjalankan proses pengulitan. Proses pengulitan merupakan proses pengupasan kulit kayu dengan cara memasukkan kayu ke dalam *debarking drum* melalui *feeding chute*. Proses pengulitan sangat diperlukan untuk menjamin kualitas kayu supaya dapat menghasilkan *pulp* dengan kualitas yang tinggi.

Debarking drum beroperasi dengan cara berputar dengan kontrol kecepatan berupa sistem pengaturan kecepatan yang disesuaikan. Ketika terjadi perubahan kualitas kayu, maka kecepatan putaran dapat disesuaikan untuk memaksimalkan efisiensi *debarking* dan meminimalkan kerusakan yang dapat menyebabkan *losses* kayu yang diproses.

Log yang sudah terkupas akan ditransfer ke mesin *chipper* menggunakan *belt conveyor 1* yang dilengkapi dengan sistem detektor logam yang berfungsi untuk mencegah benda logam ikut masuk ke dalam mesin *chipper* dan menyebabkan kerusakan mesin. Pada proses ini juga dihasilkan limbah yang berupa kulit kayu (*bark*) yang akan dikirim ke penampungan sisa kayu (*hog pile*) menggunakan *transporting conveyor 1* untuk dijadikan bahan bakar pembangkit listrik.

b. *Proses Pembentukan Chip (Chipping)*

Proses pembentukan serpih kayu dilakukan dengan menggunakan mesin *disk chipper*. *Disk chipper* dirancang secara khusus untuk memotong *log* menjadi *chips* dengan ukuran panjang 2 cm, lebar 3 cm, dan tebal 0.2 sampai 0.5 cm. Kemudian, *chips* akan disalurkan ke mesin *vibrating screen* dengan menggunakan *reclaiming conveyor*. Apabila ukuran *chips* lebih besar dari kriteria, maka *chip* akan kembali masuk ke *disk chipper* untuk dilakukan *re-cutting.* Limbah dari proses pemotongan ini adalah *saw dust* atau serbuk kayu yang akan dikirim ke *hog pile* untuk dijadikan bahan bakar di *power boiler*.

c. *Proses Pengayakan Chip (Chip Screening)*

Proses pengayakan serpihan kayu (*chips*) dilakukan dengan tujuan untuk menyaring serpihan kayu dengan ukuran yang tepat. Lokasi penyaringan terletak di ruangan penyaringan *chips* (*screening room*) dengan menggunakan mesin *vibrating screen. Vibrating screen* akan memisahkan *chips* dengan fines dan *saw dust.*

Chips yang berhasil melewati proses *screening* dinamakan *accepted chips* dan akan langsung dikirimkan ke *chips yard* untuk melalui proses penyimpanan serbuk kayu. Sedangkan *fines* dan *saw dust* akan dikirimkan ke *hog pile* sebagai bahan bakar di *power boiler.*

d. *Proses Penyimpanan Serbuk Kayu (Chip Storage)*

Accepted chips akan ditransfer ke *chip yard* yang berbentuk tumpukan melingkar dengan menggunakan *boom stacker conveyor* dan *chip stack.*

5.1.2 Proses Fiber line

Proses *fiber line* berada di bawah tanggung jawab divisi *Fiber Line.* Proses ini terbagi menjadi proses *cooking bleaching* di bawah tanggung jawab Unit *Cooking Bleaching* dan proses pembuatan lembaran *pulp* di bawah tanggung jawab Unit *Pulp Machine.* Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses *fiber line.*

1. Proses *Cooking Bleaching*

Proses *cooking bleaching* dipegang oleh divisi *Cooking and Bleaching.* Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses *cooking bleaching.*

a. Proses *Cooking*

Proses *cooking* dilakukan untuk mengolah *accepted chips* pada proses pengolahan *raw material* menjadi *unbleached pulp*. Proses *cooking* meliputi proses persiapan dan pengaturan laju produksi, proses penetrasi bahan kimia atau impregnasi, proses ekstraksi, dan proses pencucian *unbleached pulp.*

Proses persiapan dan pengaturan laju produksi bertujuan untuk mengarahkan dan mempersiapkan *chip* untuk masuk ke dalam proses pemasakan di *digester. Chip* yang telah lolos tahap pengayakan pada proses sebelumnya akan didistribusikan ke *digester* dengan menggunakan *Air Lock Feeder.* Alat ini merupakan alat pengisi berbentuk bintang dengan tujuh kantong yang disebut *pocket* beserta *chip gate* (pintu penutup) yang membatasi udara dan gas. Apabila *chip* tidak memiliki ukuran yang sesuai dengan spesifikasi, maka *chip* akan di-*reject* dan masuk ke *hog pile.* Jika tekanan dari *chip* telah melebihi tekanan beban maka *chip gate* akan terbuka dan dapat mendistribusikan *chip* ke dalam *chip bin* secara merata. Selanjutnya, tahap pemanasan awal dilakukan di dalam *chip bin. Chip* akan keluar dari *chip bin* dan menuju *chip meter* yang berfungsi untuk mengatur laju produksi pada *digester.* Keseluruhan proses persiapan dan pengaturan laju produksi ini dikontrol oleh sistem kontrol *digester.*

Pada proses impregnasi akan terjadi penetrasi cairan pemasak atau *white liquor* selama 30 menit dengan temperatur sekitar 117^{o}C di awal proses sampai 129^{o}C di akhir proses. Proses impregnasi merupakan proses

masuknya bahan kimia pemasak ke dalam *chip* melalui dua cara, yaitu melalui lumen dan difusi. Keberhasilan proses impregnasi ini akan sangat mempengaruhi proses selanjutnya, sehingga memerlukan pengendalian, terutama pada proses pengaturan suhu. Selain itu, perbandingan dari *chip* dan *white liquor* perlu dikendalikan untuk memastikan volume dan konsentrasi dapat ideal, sehingga dapat terhindar dari adanya penyumbatan sirkulasi cairan di dalam *digester*. Pada proses ini, *chip* berubah menjadi bentuk bubur kertas. *White liquor* yang telah digunakan pada proses ini akan berubah menjadi hitam (*black liquor*) dan selanjutnya akan dikirim ke *evaporator* untuk dipekatkan dan diolah kembali menjadi cairan pemasak baru.

Selanjutnya, bubur kertas akan melalui proses ekstraksi yang dilakukan di *extraction zone* dengan menggunakan saringan ekstraksi. Proses ekstraksi bertujuan untuk mengambil elemen *fiber* atau *selulosa* pada kandungan *pulp.* Aliran ekstraksi penting untuk dikendalikan dengan cara mengontrol besar tekanan untuk mencegah terjadinya penyumbatan pada saluran ekstraksi.

Setelah *unbleached pulp* melewati proses ekstraksi, *pulp* akan masuk ke daerah pencucian. Mesin *pressure diffuser* akan menambahkan cairan pencuci untuk memisahkan *unbleached pulp* dari cairan pemasak dan *fiber* yang masih menempel. Proses ini perlu dilakukan untuk menghemat penggunaan cairan pemutih pada proses pemutihan. Setelah semua proses selesai dilakukan, *unbleached pulp* akan dikeluarkan dari dalam *digester* melalui *outlet device.*

b. Proses *Bleaching*

Proses pemutihan atau *bleaching* dilakukan dalam empat tahap, yaitu tahap penyaringan *pulp*, pencucian *pulp*, delignifikasi oksigen, dan pemutihan *pulp.*

Pada proses pemasakan (*cooking*), *knot* atau serat kayu yang belum masak masih terkandung di dalam *pulp. Knot* harus dipisahkan supaya kualitas *pulp* terjaga dan mencegah timbulnya gangguan pada

proses selanjutnya. Hal ini disebabkan oleh *knot* dan *chip* yang terlalu tebal lebih sulit melalui proses delignifikasi daripada *chip* yang berukuran normal. *Pulp* akan dipisahkan dari *knot* dengan mesin *knotter* untuk dicuci dan dikembalikan ke proses pemasakan awal. Selanjutnya, *unbleached pulp* akan disaring dari *sieves* atau serat kayu yang belum terurai selama proses pemasakan sebanyak tiga kali. Proses pencucian akan dilakukan ulang dengan menggunakan mesin *twin roll press* dan cairan filtrat untuk mengencerkan *pulp* sehingga nilai konsistensi *pulp* menjadi sebesar 3-4%. *Unbleached pulp* yang dihasilkan pada proses ini akan ditampung di dalam tangki penampungan *pulp* (*unbleached tank*). Hasil *screen reject* berupa *knot* dan *sieves* dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kertas *corrugated.*

Proses delignifikasi oksigen dilakukan untuk mengurangi kandungan lignin dari *unbleached pulp,* sehingga penggunaan bahan pemutih dalam proses pemutihan dapat dikurangi. Oksigen direaksikan di dalam reaktor sebelum diinjeksikan ke dalam *pulp.* Proses injeksi oksigen ke dalam *pulp* dilakukan untuk mengurangi bilangan Kappa *pulp* menjadi ≤ 8.5, sedangkan proses injeksi *steam* ke dalam *pulp* dilakukan untuk memanaskan *pulp.* Reaksi ini dilakukan di dalam *blow tank.* Selanjutnya, *pulp* akan dipompa dengan menggunakan *medium concentration pump* untuk masuk ke proses pemutihan.

Proses pemutihan bertujuan untuk meningkatkan kecerahan/*brightness* dari bubur kertas dengan menghilangkan sisa lignin, warna, kotoran, dan bahan-bahan lain yang masih terdapat dalam *pulp.* Hal ini dapat membantu memenuhi target kualitas *brightness pulp* yang tinggi bagi konsumen, yaitu > 89% ISO. Proses ini membutuhkan *hot water,* bahan pemutih (ClO_2), dan bahan ekstraksi (NaOH). Serangkaian proses *bleaching* ini akan menghasilkan output berupa *bleached pulp.*

2. *Proses Pembuatan Lembaran Pulp*

Proses terakhir dari proses *fiber line* adalah proses pembuatan lembaran *pulp* yaitu proses untuk mengubah *pulp* (bubur kertas) menjadi lembaran *pulp*

sesuai standar ukuran yang akan dikemas menjadi *unit pulp*. Proses ini terdiri dari *stock preparation, wet and end drying,* dan pengemasan *pulp.* Berikut ini merupakan deskripsi proses pembuatan lembaran *pulp.*

a. *Stock Preparation*

Proses *stock preparation* terdiri dari proses pembersihan *pulp* dan penyaringan *pulp.* Proses pembersihan dilakukan untuk memisahkan *pulp* dari kotoran atau *impurities* seperti pasir, *bark, sieves,* plastik, dan lain-lain yang mungkin masih terkandung di dalam *pulp.* Kotoran ini akan mengurangi kualitas *pulp* yang dihasilkan, sehingga pada proses pembersihan, *pulp* akan dibersihkan sampai *dirt count* < 2 ppm. Proses pembersihan dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan mesin *primary cleaner, secondary cleaner,* dan *tertiary cleaner.* Selanjutnya, proses pembersihan dilakukan dengan mesin *screening.* Proses pembersihan ini dilakukan untuk menyaring ulang *pulp* dan meratakan konsistensi *pulp.*

b. *Wet End and Drying*

Proses selanjutnya adalah tahap *wet end drying* yang meliputi proses pengurangan kadar air *pulp,* pengeringan *pulp,* dan pemotongan lembaran *pulp.* Proses pengurangan kadar air *pulp* dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan mesin *primary press roll* atau *fourdrinier,* mesin *second press roll,* dan mesin *third press roll.* Proses pengurangan kadar air *pulp* ini dilakukan dengan penghisapan untuk mengurangi kandungan air pada *pulp* hingga tingkat kekeringannya menjadi 45-50%. Output dari proses ini adalah lembaran *pulp* yang memiliki konsistensi sebesar 0.01 – 2%.

Selanjutnya, pada proses pengeringan *pulp* dengan menggunakan mesin *vacuum*, *pulp* yang dihasilkan diharapkan memiliki tingkat kekeringan 87-95% (*bone dry pulp*). Tahap pengeringan ini dilakukan dengan menggunakan udara panas yang dihembuskan pada permukaan atas dan bawah dari lembaran *pulp* pada *blow box.* Temperatur uap pemanasan harus di atas 150^{o}C, sedangkan temperatur *air supply* di atas 100^{o}C.

Proses pemotongan lembaran *pulp* dilakukan dengan menggunakan mesin *cutting* dengan alat pemotong berupa pisau *layboy.* Setelah *pulp* dipotong, *pulp* akan ditumpuk menggunakan *forklift* PDD1 untuk dipindahkan ke area pengemasan.

c. Pengemasan *Pulp*

Proses pengemasan *pulp* meliputi proses pengemasan produk *pulp* bentuk bale dan pengemasan produk *pulp* bentuk *unit pulp.* Lembaran *pulp* dari proses sebelumnya akan ditumpuk dan ditimbang di mesin timbangan bale *pulp* untuk dikelompokkan dengan berat 250 kg. Selanjutnya, mesin *balling line* akan mengemas tumpukan *pulp* ini dengan bantuan mesin *press* yang memberikan tekanan 1000kN pada tumpukan *pulp.* Selanjutnya, bale *pulp* akan diindahkan ke proses selanjutnya dengan menggunakan *forklift* PDD3.

Selanjutnya, bale *pulp* akan dikelompokkan masing-masing sejumlah 8 bale untuk dikemas menjadi *unit pulp.* Pembungkusan ini dilakukan dengan menggunakan mesin *wrapper.* Label perusahaan juga akan ditempelkan pada permukaan kemasan *unit pulp. Unit pulp* akan dipindahkan ke *pulp warehouse* dan ditumpuk dengan menggunakan *warehouse equipment.*

5.1.4 *Proses Pemulihan Bahan Kimia (Chemical Recovery)*

Proses pemulihan bahan kimia pada Divisi *Chemical Recovery* terdiri dari proses pemekatan *black liquor* dan proses pembakaran *Black Liquor* oleh Unit *Recovery Boiler,* serta proses pembuatan *white liquor* dan proses pencucian *lime mud* oleh Unit *Recaust Lime Kiln.* Proses pemulihan bahan kimia bertujuan untuk mengolah larutan pemasak bekas atau *black liquor* yang dihasilkan dari *digester* untuk kemudian dijadikan cairan pemasak baru (*white liquor*) yang mengandung senyawa Na_2S dan NaOH sebagai cairan pemasak di *digester.* Seluruh rangkaian proses pemulihan bahan kimia ini membutuhkan bahan baku berupa *salt cake.* Berikut ini merupakan deskripsi proses pemulihan bahan kimia.

1. Proses Pemekatan *Black Liquor*

Proses pemasakan di *digester* serta proses pencucian *pulp* menghasilkan cairan pemasak bekas atau *weak black liquor. Weak black liquor* akan ditampung dalam tangki WBL *storage* untuk dipekatkan dengan uap panas *evaporator* menjadi padatan yang lebih kering dengan konsentrasi yang semula 15% menjadi 72% (*heavy black liquor*). *Heavy black liquor* akan ditampung di dalam HBL *storage.* Proses pemekatan *black liquor* ini perlu dilakukan karena pada proses selanjutnya *recovery boiler* membutuhkan black *liquor* dengan konsentrasi tinggi sebagai bahan bakar. Proses pemekatan *black liquor* ini dikontrol oleh *Evaporator Control System* (ECS).

2. Proses Pembakaran *Black Liquor*

   Setelah *black liquor* dipekatkan di *evaporator, heavy black liquor* akan diaduk bersama *salt cake* (Na_2SO_4). *Heavy black liquor* akan disemprotkan ke dalam *recovery boiler* dengan menggunakan *nozzle spray.* Sementara itu, *salt cake* akan dituangkan ke dalam *recovery boiler* melalui saluran khusus. *Recovery boiler* ini berisi air dan udara yang memerlukan kontrol temperatur dan tekanan selama proses pembakaran untuk mencegah timbulnya ledakan. *Wind box* pada sisi *boiler* digunakan untuk menjaga temperatur di dalam *boiler.* Proses pembakaran *heavy black liquor* dan *salt cake* ini akan mengubah Na_2SO_4 menjadi Na_2S. Selama proses pembakaran senyawa organik ini, endapan akan terbentuk dan disebut *charbed.* Senyawa yang dibakar akan berubah menjadi zat berbentuk pasta atau *smelt. Smelt* akan dilarutkan bersama *weak wash* pada tangki pelarutan (*dissolving tank*). Hasil akhir proses pembakaran ini berupa *green liquor.* Proses pembakaran ini juga akan menghasilkan *steam* yang akan disalurkan ke *steam turbine generator* untuk pembangkit tenaga listrik. Proses pembakaran *black liquor* dikontrol oleh *Recovery Boiler Control System* (RBCS).

3. Proses Pembuatan *White Liquor*

   Green liquor dari proses pembakaran sebelumnya akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan *white liquor* pada mesin *recausticizing. Green liquor* akan direaksikan dengan batu kapur (CaO) untuk mengubah Na_2CO_3 dalam larutan *green liquor* menjadi NaOH. Proses ini akan menghasilkan larutan pemasak (*white liquor*) yang akan digunakan kembali untuk pemasakan *chips*

di *digester*. Limbah yang dihasilkan dari proses ini berupa *dreg* dan *grit* yang akan dikirim ke *landfill.* Proses pembuatan *white liquor* dikontrol oleh *Recausticizing Control System* (RCS).

4. Proses Pencucian *Lime Mud*

   Batu kapur yang direaksikan dengan *green liquor* pada proses *recausticizing* akan berubah menjadi lumpur kapur (*lime mud*). *Lime mud* akan dicuci di *lime kiln* hingga berubah menjadi *burn lime.* Proses pencucian ini dilakukan dengan bantuan temperatur udara ambien yang tinggi untuk menghasilkan batu kapur bersih (CaO) dan cairan yang dinamakan *weak wash.* Selanjutnya, batu kapur akan digunakan kembali pada proses pembuatan *white liquor*. Sementara itu, *weak wash* akan digunakan pada proses pembakaran *black liquor* untuk melarutkan *smelt.*

5.1.5 Proses Pengadaan Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam rangkaian produksi *pulp* adalah bahan kimia pemutih, listrik, serta air baku. Utilitas tersebut dibuat sendiri oleh perusahaan sebagai bagian dari proses pengadaan utilitas. Sehingga, proses pengadaan utilitas terdiri dari proses penyiapan bahan kimia, proses pembangkit listrik, serta proses pengolahan air baku. Berikut ini merupakan gambaran dan deskripsi proses pengadaan utilitas.

1. Proses Penyiapan Bahan Kimia

Bahan kimia yang dibutuhkan dalam proses produksi utama di pabrik *pulp* diproduksi sendiri di unit *chemical plant* yang terintegrasi dengan desain pabrik secara keseluruhan (*integrated chemical preparation plant*). Bahan kimia yang dihasilkan adalah NaOH, Cl_2, HCl, ClO_2, dan O_2. Sebagai bahan baku, bahan kimia yang digunakan pada proses ini adalah garam (NaCl), H_2O dan udara.

Proses pembuatan $NaClO_3$ dilakukan pada *sodium chlorate mixing plant.* Proses ini membutuhkan NaCl dan H_2O dengan reaksi kimia berikut ini.

$$NaCl + 3H_2O \rightarrow NaClO_3 + 3H_2$$

$NaClO_3$ akan disalurkan sebagai bahan pembuatan ClO_2, sedangkan H_2 akan disalurkan sebagai bahan pembuatan HCl. Pada proses ini diterapkan *nitrogen pure system* untuk mengurangi bahaya ledakan dari proses reaksi kimia.

Proses pembuatan ClO_2 dilakukan pada *chlorine dioxide mixing plant.* Proses ini berjalan sesuai reaksi kimia berikut ini.

$$NaClO_3 + 2HCl \rightarrow ClO_2 + 1/2Cl_2 + NaCl + H_2O$$

$$NaClO_3 + 6HCl \rightarrow 3Cl_2 + NaCl + 3H_2O$$

$NaClO_3$ didapatkan dari hasil proses pada *chlorine dioxide mixing plant.* Sedangkan, HCl didapatkan dari proses pembuatan HCl pada HCl *mixing plant.* Larutan ClO_2 yang dihasilkan pada proses ini akan digunakan sebagai larutan pemutih pada proses pemutih di *bleach plant.* Sedangkan larutan Cl_2 akan digunakan sebagai bahan baku pada proses pembuatan HCl.

Proses pembuatan HCl menggunakan bahan baku berupa Cl_2 dan H_2 yang berasal dari hasil reaksi kimia di proses sebelumnya dengan reaksi sebagai berikut.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

Hasil reaksi kimia berupa HCl ini akan digunakan pada proses pembuatan ClO_2.

Proses pengadaan oksigen yang murni dimulai dari penghisapan udara menggunakan mesin pompa untuk kemudian disaring dari debu dan kotoran menggunakan mesin saring. Sementara itu, kompres dan pendinginan udara dilakukan menggunakan *after cooler.* Selanjutnya, udara akan dimurnikan dalam *absorber* untuk menghilangkan kandungan air dan CO_2. Tekanan udara akan ditingkatkan sementara temperatur akan diturunkan untuk memicu perpindahan panas menggunakan *turbo expander* dan *main heat exchanger.* Gas O_2 murni yang dihasilkan pada proses ini akan diuapkan menggunakan *condenser evaporator* untuk digunakan pada proses pemutihan.

2. Proses Pembangkit Listrik

Proses pembangkit listrik memerlukan bahan baku berupa limbah padat kayu dari proses produksi untuk dapat menghasilkan listrik. Limbah padat kayu ini berupa *bark, saw dust,* dan *fines* dari proses pengolahan *raw material,* serta *knot* dan *sieves* dari proses *fiber line.* Proses pembangkit listrik dimulai dari proses pembuatan *steam* dan dilanjutkan dengan proses penggerakan *turbine generator.*

Proses pembuatan *steam* dilakukan dengan mesin penghasil *steam* yang bernama *power boiler. Power boiler* memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi dan digunakan untuk menggerakkan *turbin generator. Power boiler* beroperasi

dengan menggunakan bahan bakar *hog fuel* atau biomasa yang berasal dari kulit *pulp wood* (*Acacia mangium*). Namun, untuk proses *start-up, power boiler* menggunakan bahan bakar minyak solar. Limbah padat seperti serbuk kayu, kulit kayu, dan serpihan kayu akan dibakar dalam *power boiler* untuk menghasilkan uap atau *steam.* Pembakaran limbah padat kayu akan dilakukan dengan menggunakan pasir sebagai media pemanas. *Power boiler* akan memanaskan pasir hingga temperatur 500^{o}C untuk dapat membakar limbah kayu. *Steam* hasil pembakaran akan menjadi sumber energi mesin pabrik.

Selain *power boiler, recovery boiler* juga menghasilkan *steam* yang dapat membantu menggerakkan turbin. Turbin ini bernama *steam turbine generator* yang merupakan unit pembangkit listrik tenaga uap. Untuk dapat menggerakkan *turbine generator, steam* harus memiliki tekanan > 5800 Kpa dengan temperatur > 420^{o}C. Energi listrik yang dihasilkan akan digunakan untuk kebutuhan di *mill site* maupun *townsite.*

3. Proses Pengolahan Air Baku

Air yang digunakan pada seluruh area *mill site* maupun *town site* berasal dari Sungai Z yang berjarak ± 2 km dari lokasi pabrik. Air sungai dipompa menggunakan ompa air *water treatment plant* dan ditampung di *splitter box*. Selanjutnya, proses penyaringan dilakukan dengan pasir pada *water treatment plant* untuk mengurangi kekeruhan (*turbidity*) air sungai. Air akan masuk ke saluran *treated water basin* dan bahan kimia pengolah air akan ditambahkan pada air hasil saringan tersebut. Air yang telah memenuhi standar kualitas akan dialirkan dengan saluran *treated water basin* menuju proses produksi di *mill site.*

5.2 Analisis Identifikasi Risiko Proses Produksi

PT. X masih belum memiliki sistem manajemen risiko terutama pada proses produksi *pulp*. Berdasarkan strategi nomor 1 pada Strategi Manajemen PT. X periode April 2020 – Maret 2021, PT. X membuat target produksi berupa jumlah *pulp* yang harus diproduksi dan target kualitas *pulp* pada periode tersebut. Target produksi ini dibuat berdasarkan *demand* dari konsumen, sehingga sebaiknya PT. X dapat memenuhi target ini untuk menjaga reputasi perusahaan. Sehingga, risiko

yang berdampak negatif pada pencapaian target produksi tersebut perlu dikelola dengan baik sebagai usaha untuk mencapai target produksi perusahaan. Risiko pada proses produksi *pulp* juga perlu dikelola untuk menjamin keberlangsungan standar ISO 9001 yang telah didapatkan oleh perusahaan.

Proses identifikasi risiko dilakukan untuk proses produksi *pulp* yang meliputi pengolahan *raw material, fiber line,* pemulihan bahan kimia, dan pengadaan utilitas. Proses identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* yang didukung dengan observasi lapangan, *document review,* dan wawancara serta diskusi dengan pihak PT. X yang terlibat dalam proses produksi *pulp.* Dokumen yang digunakan untuk membantu proses identifikasi risiko ini meliputi dokumen AMDAL, *Process Control, Operating Procedure,* dan *Working Instruction.*

Tujuan dari 53 aktivitas pada proses produksi *pulp* dijabarkan untuk melihat *output* apa yang diharapkan dari masing-masing aktivitas. Tujuan aktivitas ini didapatkan melalui wawancara dan pemantauan dokumen *process control.* Selanjutnya, dilakukan identifikasi *sub system failure* yang akan menjadi *top event* pada diagram *fault tree analysis*. Hasil penjabaran IDEF0 terutama input proses dan kebutuhan sumber daya berperan dalam proses identifikasi risiko yang dapat memicu *sub system failure.* Elemen yang diperhatikan dalam identifikasi risiko ini adalah manusia, mesin, material, dan metode yang digunakan dalam proses produksi. Sebagai contoh, pada proses *fiber line,* terdapat aktivitas pemutihan *pulp.* Aktivitas ini memiliki tujuan untuk meningkatkan tingkat *brightness* pada *pulp* hingga > 89% ISO. Sehingga, *sub system failure* pada aktivitas ini adalah tingkat *brightness* pada *pulp* < 89% ISO. Tujuan aktivitas ini tidak tercapai apabila salah satu dari risiko ini terjadi, yaitu jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan, mesin *bleaching* mengalami kerusakan, kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi, dan kebutuhan bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi. Pada tahap identifikasi risiko ini, didapatkan 164 risiko yang berhasil teridentifikasi dan telah divalidasi oleh pihak PT. X.

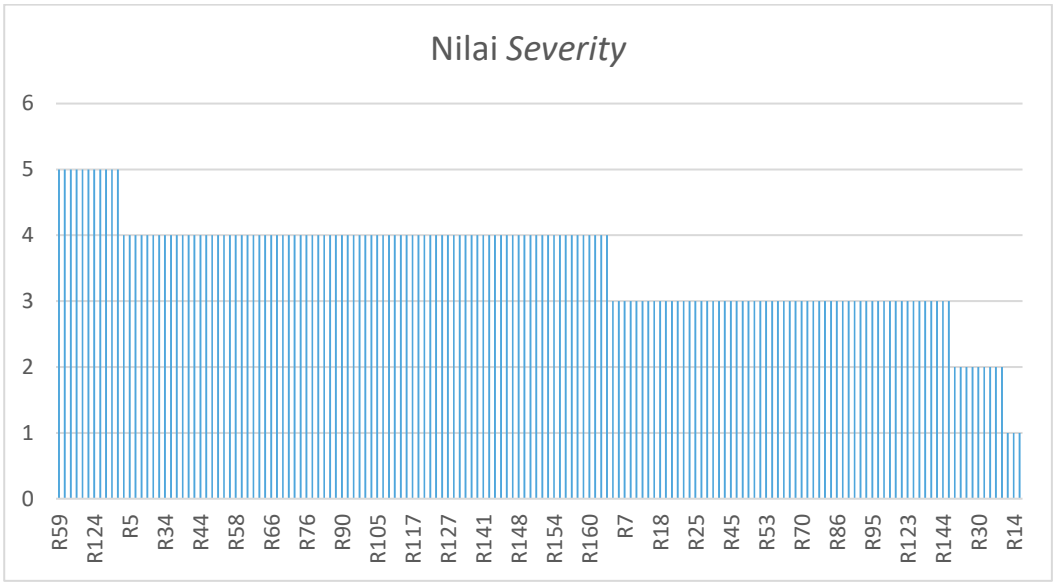
5.3 Analisis Risiko Proses Produksi

Identifikasi penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko dilakukan untuk setiap risiko yang berhasil teridentifikasi pada tahap identifikasi risiko. Tahap ini dilakukan dengan wawancara dan *document review*. Dokumen yang dianalisis pada tahap ini adalah dokumen *operating procedure, working instruction* dan dokumen AMDAL. Identifikasi penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko ini dilakukan sebagai dasar penentuan nilai *severity*, *occurrence,* dan *detection* untuk setiap risiko pada tahap *risk assessment.* Daftar penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko ini divalidasi oleh PT. X.

Selanjutnya, dilakukan penentuan nilai *severity*, *occurrence,* dan *detection* secara kualitatif dikarenakan terdapat keterbatasan akses data untuk penilaian secara kuantitatif. Penilaian ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner ke pihak *expert* PT. X yang mengetahui keseluruhan aktivitas pada proses produksi *pulp* di PT. X. Skala nilai *severity, occurrence,* dan *detection* ini didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan dengan penyesuaian penilaian kualitatif yang telah dilakukan perusahaan pada standar ISO lainnya.

Penentuan nilai *severity* didasarkan pada hasil identifikasi dampak risiko. Penilaian *severity* dilakukan dengan menggunakan skala 1 sampai 5. Semakin tinggi nilai *severity* menandakan dampak yang diberikan ketika suatu risiko terjadi semakin besar. Penentuan nilai *occurrence* didasarkan pada hasil identifikasi penyebab risiko. Penilaian *occurrence* dilakukan dengan menggunakan skala 1 sampai 5. Semakin tinggi nilai *occurrence* menandakan semakin tinggi tingkat frekuensi terjadinya penyebab risiko. Sedangkan, penentuan nilai *detection* didasarkan pada hasil identifikasi kontrol risiko. Penilaian *detection* dilakukan dengan menggunakan skala 1 sampai 5. Semakin tinggi nilai *detection* menandakan risiko memiliki peluang semakin kecil untuk terdeteksi.

Berikut ini merupakan persebaran nilai *severity, occurrence* dan *detection* untuk semua risiko yang diidentifikasi pada proses produksi *pulp.*



Gambar 5.1 Sebaran Nilai *Severity*

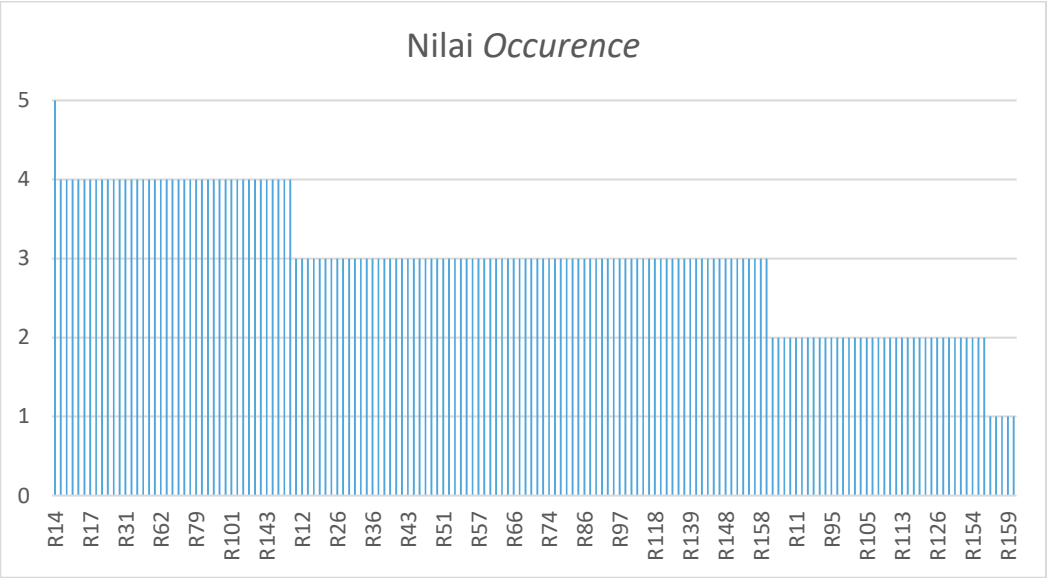
Berdasarkan hasil penilaian nilai *severity* untuk seluruh risiko pada proses produksi *pulp,* nilai tertinggi untuk *severity* yaitu 5. Terdapat sejumlah 11 risiko yang mendapatkan nilai 5 pada penilaian *severity* yang menunjukkan bahwa risiko tersebut dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi. Risiko-risiko ini juga dapat menyebabkan seluruh proses produksi berhenti beroperasi dan dapat membahayakan keselamatan. Contoh risiko dengan nilai *severity* 5 adalah R112 yaitu suhu *boiled water* terlalu tinggi (>400^{o}C). Risiko ini terdapat pada aktivitas pembakaran *black liquor* pada proses pemulihan bahan kimia. Pada aktivitas pembakaran *black liquor* di dalam *recovery boiler*, diperlukan kontrol khusus untuk keseimbangan tekanan dan suhu. Tekanan dan suhu di dalam *boiler* yang meningkat melebihi ambang batas akan menimbulkan ledakan yang besar. Ledakan ini akan menghentikan seluruh aktivitas di dalam proses produksi *pulp* dan dapat membahayakan keselamatan. Contoh lainnya adalah pada R59 yaitu peningkatan tekanan dalam reaktor. Ketika tekanan di dalam tangki reaktor oksigen meningkat sampai batas tekanan maksimal, maka akan timbul ledakan pada reaktor oksigen tersebut. Ledakan ini dapat memberikan pengaruh pada seluruh area produksi dikarenakan dapat memicu ledakan lain pada peralatan yang berdekatan dengan lokasi reaktor oksigen ini, seperti tangki reaktor *chlorine dioxide* dan *recovery boiler*. Apabila ledakan ini terjadi, seluruh proses produksi akan berhenti

dan membuat kualitas pulp yang sedang diproduksi menjadi rusak. Selain itu, ledakan ini juga dapat membahayakan keselamatan seluruh karyawan yang ada pada area produksi. Sehingga, risiko peningkatan tekanan dalam reaktor ini mendapatkan nilai 5 dan kategori *extreme* pada indikator *severity.* Kategori ini menandakan bahwa risiko ini dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi yang ditandai dengan proses produksi yang berhenti beroperasi dan dapat membahayakan keselamatan.

Berdasarkan persebaran data pada Gambar 5.1, nilai *severity* yang paling banyak pada proses produksi *pulp* adalah nilai 4, yaitu risiko dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi, dapat memberikan dampak pada sebagian besar proses, dan mengakibatkan produk yang dihasilkan tidak sesuai standar kualitas dan perlu pengulangan beberapa proses produksi. Nilai *severity* yang relatif tinggi pada proses produksi *pulp* ini dapat muncul karena kerusakan salah satu mesin atau ketidakseimbangan salah satu proses dapat menghambat jalannya proses produksi *pulp* yang berjalan secara kontinyu, sehingga proses lainnya ikut mendapatkan dampak negatif dari kondisi tersebut. Oleh karena itu, penanganan risiko pada proses produksi diperlukan untuk mengurangi tingkat *severity* pada risiko yang teridentifikasi untuk mengurangi dampak negatif bagi pencapaian strategi perusahaan.

Risiko dengan nilai *severity* 4 adalah R155 yaitu kerusakan pada *turbine generator.* Adanya kondisi kerusakan pada *turbine generator* dapat mengakibatkan listrik tidak dapat mengalir ke seluruh area produksi. Pada area produksi, mesin yang membutuhkan tenaga listrik berada di proses pengolahan *raw material*, proses *fiber line,* dan proses pemulihan bahan kimia. Apabila listrik gagal mengalir ke dalam proses tersebut, maka proses produksi *pulp* akan terganggu dan harus berhenti beroperasi. Kualitas *pulp* yang masih berada pada proses produksi akan rusak dan perlu pengulangan beberapa proses sebelumnya. Contohnya, apabila *pulp* berhenti pada proses pemutihan *pulp* selama beberapa waktu, maka kualitas *pulp* akan berkurang dan perlu pengulangan proses penyaringan, pencucian dan delignifikasi oksigen terlebih dahulu untuk dapat kembali masuk ke proses pemutihan *pulp.* Oleh karena itu, risiko kerusakan pada *turbine generator* ini mendapatkan nilai 4 dan kategori *heavy* pada indikator *severity* yang menandakan

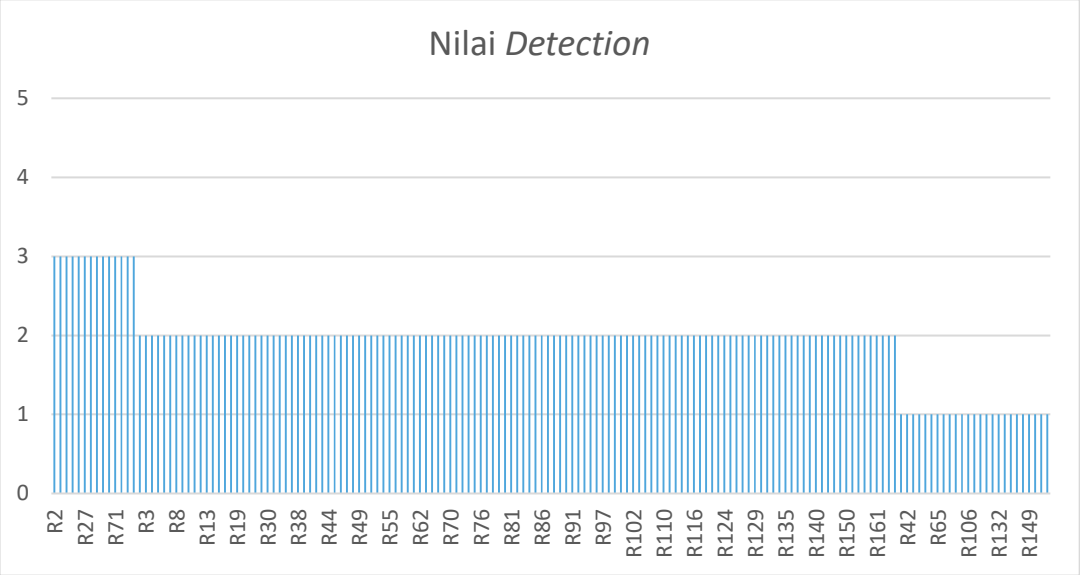
bahwa risiko ini dapat memberikan dampak pada sebagian besar proses dan memerlukan pengulangan beberapa proses untuk dapat menghasilkan *pulp* sesuai standar kualitas.



Gambar 5.2 Sebaran Nilai *Occurrence*

Berdasarkan hasil penilaian nilai *occurrence* untuk seluruh risiko pada proses produksi *pulp*, nilai tertinggi untuk *occurrence* yaitu 5. Terdapat sejumlah 1 risiko yang mendapatkan nilai 5 pada penilaian *occurrence* yang menunjukkan bahwa penyebab risiko sering terjadi dan berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 minggu hingga 3 bulan yang lalu. Risiko dengan nilai *occurrence* 5 adalah R14 yaitu kayu terkena air hujan. Risiko ini terdapat pada aktivitas pengeringan kayu pada proses pengolahan *raw material*. Kayu yang telah masuk ke area *wood yard* akan dikeringkan sampai tingkat kelembaban tertentu. Proses pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa organik yang terkandung di dalam kayu. Area *wood yard* belum memiliki penutup yang melindungi kayu dari air hujan. Sehingga, setiap hujan turun, kayu akan selalu terkena air hujan. Tahap validasi juga dilakukan untuk melihat apakah penilaian yang diberikan oleh responden telah valid. Data waktu terjadinya risiko digunakan untuk melihat frekuensi terjadinya risiko sesuai dengan skala penilaian *occurrence*, misalnya data kerusakan mesin.

Berdasarkan persebaran data pada Gambar 5.2, nilai *occurrence* yang paling banyak pada proses produksi *pulp* adalah nilai 3, yaitu penyebab risiko memiliki kemungkinan untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 tahun hingga 2 tahun yang lalu). Nilai *occurrence* terendah adalah nilai 1 yang menandakan terdapat penyebab risiko yang hampir tidak pernah terjadi (berdasarkan pengalaman tidak pernah terjadi dalam kurun waktu 3 tahun yang lalu).



Gambar 5.3 Sebaran Nilai *Detection*

Berdasarkan hasil penilaian nilai *detection* untuk seluruh risiko pada proses produksi *pulp*, nilai tertinggi untuk *detection* yaitu 3. Terdapat sejumlah 14 risiko yang mendapatkan nilai 3 pada penilaian *detection* yang menunjukkan bahwa Sistem pengecekan memiliki peluang sedang untuk mendeteksi risiko dan mode kegagalan berikutnya. Contoh risiko dengan nilai *detection* 3 adalah R2 yaitu risiko *logging truck* mengalami kerusakan. Risiko ini terdapat pada aktivitas pengiriman kayu ke *wood yard* pada proses pengolahan *raw material*. Risiko ini dapat dideteksi dengan adanya pengecekan oleh *truck driver* dan divisi *transportation* pada pintu masuk area *wood yard.*

Berdasarkan persebaran data nilai *detection* pada Gambar 5.3, nilai 2 merupakan nilai terbanyak dan nilai 1 merupakan nilai terendah. Nilai *detection*

yang relatif rendah ini dapat muncul karena perusahaan telah memiliki sistem kontrol otomatis untuk sebagian besar aktivitas pada proses produksi *pulp*. Namun, untuk risiko kerusakan mesin dan aset, perusahaan hanya mengandalkan pengecekan dan *maintenance* berkala yang dilakukan oleh MMD yang belum memiliki jadwal khusus untuk setiap mesin dan aset.

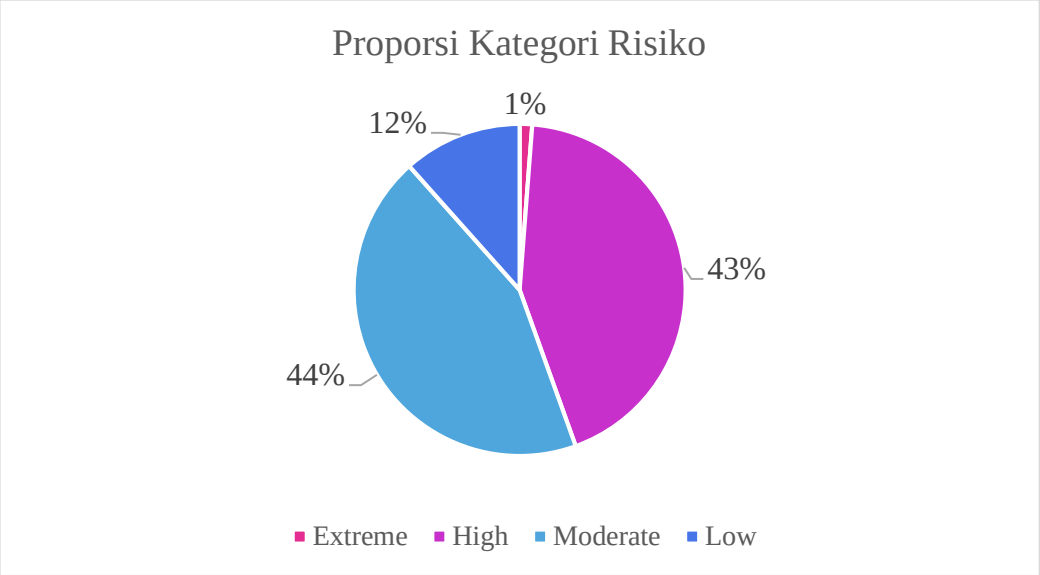
5.4 Analisis Evaluasi Risiko

Tahap evaluasi risiko meliputi proses perhitungan nilai risiko, pemetaan level risiko, dan penentuan prioritas risiko. Nilai risiko merupakan nilai hasil perkalian *severity, occurrence*, dan *detection* yang menjadi nilai RPN atau *Risk Priority Number*. Besar nilai RPN akan menentukan prioritas penanganan untuk setiap risiko. Semakin tinggi nilai *severity*, *occurrence,* dan *detection* yang dimiliki oleh risiko, maka semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk diberikan perlakuan risiko.

Risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah R152 yaitu risiko kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi pada aktivitas pembuatan *steam* di proses pengadaan utilitas dengan nilai RPN sebesar 48. Risiko ini memiliki nilai *severity* 4, *occurrence* 4, dan *detection* 3. Nilai RPN tertinggi kedua sejumlah 48 juga dimiliki oleh R156 yaitu risiko kualitas air sungai tidak sesuai kriteria dengan nilai *severity* 4, *occurrence* 4, dan *detection* 3. Risiko ini ada pada aktivitas pemompaan air Sungai Z di proses pengadaan utilitas. Nilai RPN tertinggi ketiga adalah R129 yaitu risiko bahan H_2 dan Cl_2 bocor pada aktivitas pembuatan HCl di proses pengadaan utilitas. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut, tiga risiko dengan RPN tertinggi terdapat pada proses pengadaan utilitas. Hal ini dapat timbul karena proses pengadaan utilitas sangat mempengaruhi jalannya seluruh aktivitas pada proses produksi *pulp*. Energi listrik, aliran air, dan pengadaan bahan baku proses merupakan utilitas yang wajib ada ketika proses produksi berjalan. Ketiga risiko ini juga memiliki nilai *occurrence* yang relatif tinggi, yaitu nilai 4. Di samping itu, kontrol perusahaan dianggap masih memiliki peluang sedang untuk mendeteksi penyebab risiko oleh responden.

Nilai RPN juga akan menjadi nilai yang digunakan dalam proses pemetaan level risiko. Level risiko ditentukan melalui diskusi dengan pihak perusahaan untuk

menyesuaikan level risiko pada standar ISO lain yang telah dibuat oleh perusahaan. Berdasarkan hasil pemetaan risiko terdapat 4 kategori risiko yang ada pada proses produksi *pulp*, yaitu *extreme risk, high risk, moderate risk*, dan *low risk.* Berikut ini merupakan rekapitulasi proporsi kategori risiko pada proses produksi *pulp.*



Gambar 5.4 Proporsi Kategori Risiko

Berdasarkan hasil pemetaan level risiko pada Gambar 5.4 diperoleh 1% risiko masuk pada kategori *extreme risk,* 43% risiko masuk pada kategori *high risk,* 44% risiko masuk pada kategori *moderate risk,* dan 12% risiko masuk pada kategori *low risk.* Proporsi kategori risiko tersebut menunjukkan bahwa risiko dengan kategori *high risk* masih mendominasi di dalam proses produksi *pulp.* Risiko dengan kategori ini perlu perhatian dari *top management* dan perlu diberikan tindakan korektif secepatnya.

5.5 Analisis Rekomendasi Perlakuan Risiko

Perancangan rekomendasi perlakuan risiko dibuat berdasarkan proses produksi *pulp* level 1, yaitu proses pengolahan *raw material,* proses *fiber line,* proses pemulihan bahan kimia, dan proses pengadaan utilitas. Pembagian perlakuan risiko berdasarkan proses ini dilakukan karena langkah perlakuan risiko antar proses dapat berbeda, meskipun risiko tersebut ada di dalam kategori risiko yang

sama. Kategori risiko dibuat berdasarkan kemiripan langkah perlakuan risiko yang diusulkan.

Rekomendasi perlakuan risiko dibuat untuk keseluruhan risiko yang berhasil diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Namun, rekomendasi perlakuan risiko ini tidak harus dilaksanakan seluruhnya oleh pihak perusahaan. Perlakuan risiko dapat dilakukan berdasarkan tingkat prioritas risiko, yaitu *extreme risk, high risk, moderate risk,* dan *low risk.* Perusahaan dapat menentukan tingkat prioritas risiko apa saja yang perlu dilakukan penanganan. Namun, pada penelitian ini, setiap risiko diberikan usulan perlakuan risiko untuk dapat memberikan saran yang maksimal. Tingkat prioritas risiko juga dapat berubah setiap kali penilaian risiko dilakukan, sehingga terdapat kemungkinan risiko yang saat ini tidak termasuk prioritas dapat menjadi risiko yang diprioritaskan di kemudian hari.

Pada proses pengolahan *raw material,* terdapat 4 kategori risiko, yaitu risiko bahan baku proses, risiko operator, risiko *material handling* dan risiko mesin. Kategori risiko bahan baku proses merupakan risiko bahan baku proses tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh proses tersebut. Pada proses pengolahan *raw material*, bahan baku proses meliputi kayu, *log, chip,* maupun bahan kimia pemasak dan pemutih. Risiko operator merupakan risiko adanya kesalahan yang diakibatkan oleh operator pada saat proses berlangsung. Risiko *material handling* merupakan risiko adanya kerusakan atau pengurangan fungsi *material handling* yang digunakan pada proses. Sedangkan, risiko mesin merupakan risiko adanya kerusakan atau pengurangan fungsi mesin yang digunakan pada proses.

Pada proses *fiber line,* terdapat 6 kategori risiko, yaitu risiko bahan baku proses, risiko operator, risiko *material handling,* risiko kontrol sistem, risiko mesin, dan risiko peralatan pendukung. Risiko kontrol sistem merupakan risiko yang meliputi kesalahan kontrol pada proses, seperti ketidak sesuaian tingkat suhu, volume, maupun tekanan. Risiko peralatan pendukung merupakan risiko adanya kerusakan maupun pengurangan fungsi pada peralatan produksi non mesin seperti adanya penyumbatan pipa, kerusakan *nozzle,* dan ketidaktajaman pisau potong.

Pada proses pemulihan bahan kimia, terdapat 4 kategori risiko, yaitu risiko bahan baku proses, risiko kontrol sistem, risiko mesin, dan risiko peralatan pendukung. Sedangkan, pada proses pengadaan utilitas, terdapat 4 kategori risiko,

yaitu risiko bahan baku proses, risiko kontrol sistem, risiko mesin, dan risiko peralatan pendukung.

Rekomendasi perlakuan risiko yang diusulkan meliputi langkah menghindari risiko, berbagi risiko, dan mitigasi risiko. Dari total 165 risiko yang telah teridentifikasi, terdapat 240 langkah penanganan risiko yang diusulkan. Berikut ini merupakan proporsi dari setiap jenis langkah perlakuan risiko.

Gambar 5.5 Proporsi Jenis Perlakuan Risiko

Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa perlakuan risiko dengan cara mitigasi risiko paling banyak diusulkan yaitu sebanyak 61.25%, disusul dengan berbagi risiko sebanyak 24.17% dan menghindari risiko sebanyak 14.58%.

5.6 Analisis *Dashboard* Profil Risiko

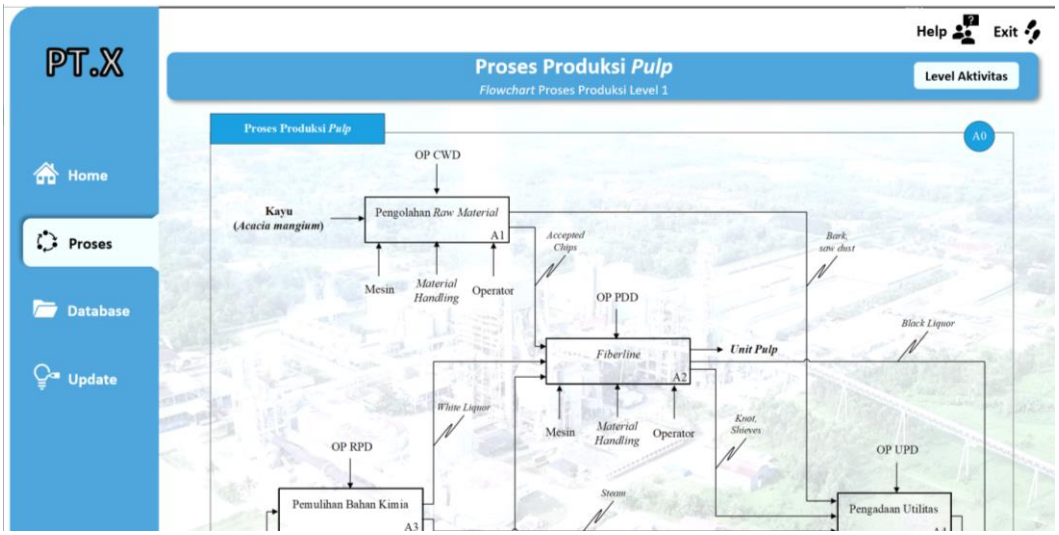
Pada proses manajemen risiko berbasis ISO 31000, terdapat tahap pemantauan dan kaji ulang. Tahap ini bertujuan untuk menjamin dan memperbaiki kualitas keefektifan mulai dari rancangan manajemen risiko, implementasi, hingga hasil akhir yang diharapkan. Pemantauan hendaknya dilakukan secara berkala untuk setiap tahap dalam manajemen risiko yang mencakup identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, sampai rekomendasi penanganan risiko. Oleh karena itu, *dashboard* profil risiko dirancang untuk menunjang pelaksanaan tahap

pemantauan. *Dashboard* profil risiko diharapkan dapat membantu *user* dari pihak perusahaan dalam mengelola dan memantau risiko yang ada pada proses produksi *pulp*.

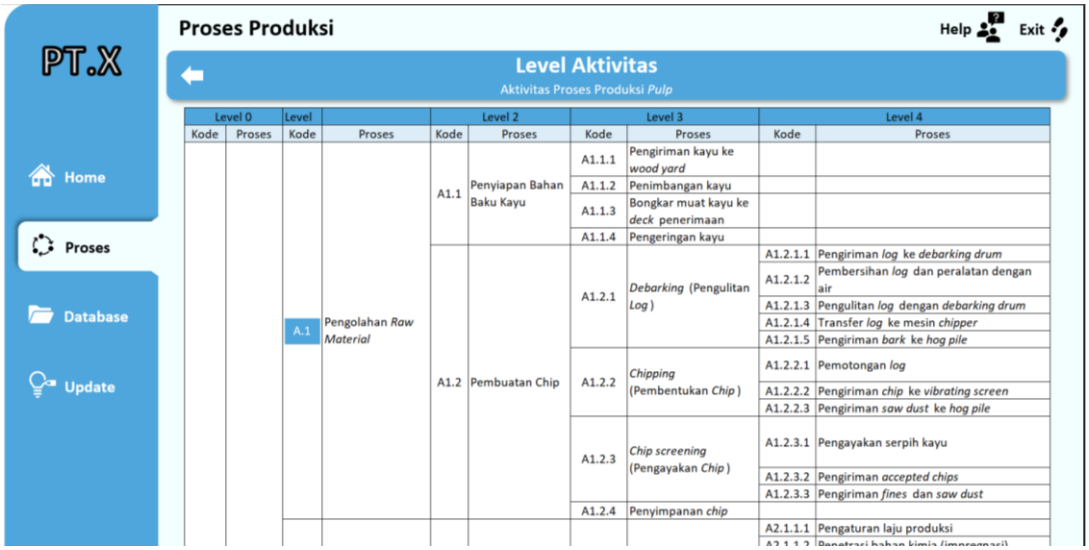
Setelah membuka *dashboard* profil risiko, *user* akan masuk ke halaman *Home* seperti pada Gambar 5.6. *Dashboard* ini menampilkan pilihan menu yang dapat dipilih sesuai kepentingan penggunaan yang meliputi *menu* "Proses", *menu* "Database", dan *menu* "Update".

Gambar 5.6 Menu "*Home"* pada Dashboard Profil Risiko

User dapat melihat detail proses produksi *pulp* melalui *menu* "Proses". Bagan alur proses produksi dapat dilihat sesuai dengan Gambar 5.7. Pada tampilan ini, *user* dapat memilih *menu* "Level Aktivitas" untuk melihat keseluruhan aktivitas dalam proses produksi dengan tampilan seperti Gambar 5.8.

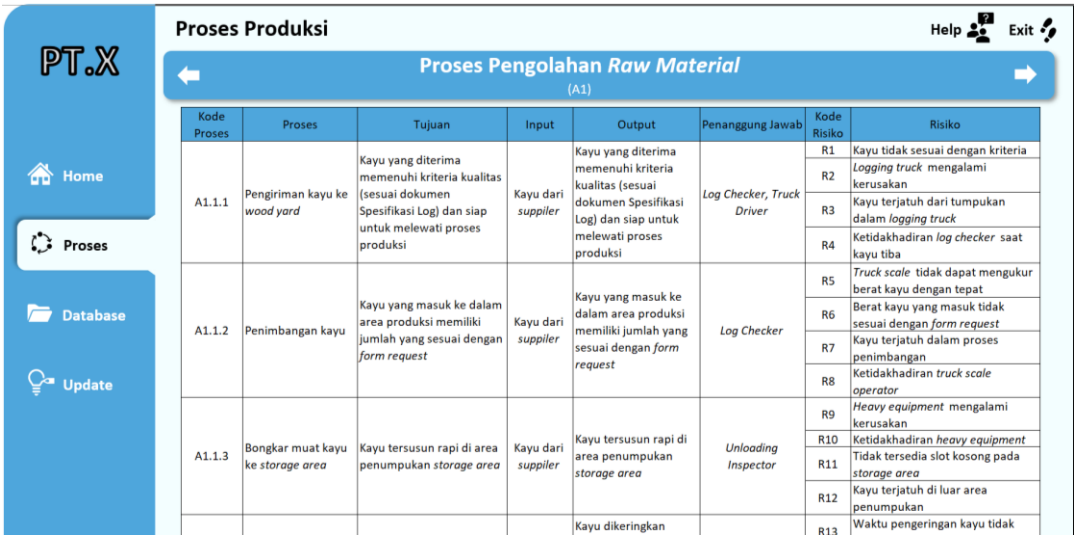


Gambar 5.7 Menu “Proses Produksi” pada Dashboard Profil Risiko



Gambar 5.8 Daftar Level Aktivitas pada Menu “Proses Produksi”

User juga dapat melihat detail setiap proses produksi dengan memilih nama proses produksi pada *menu* “Proses” maupun memilih kode proses produksi dari tampilan “Level Aktivitas”. Berikut merupakan contoh tampilan deskripsi proses pengadaan *raw material.*

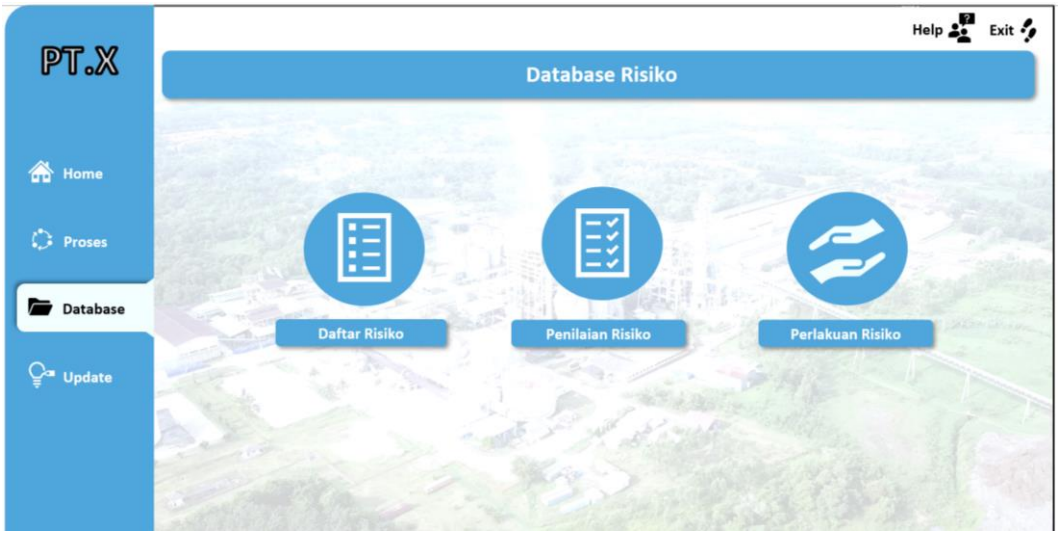


Kode Proses	Proses	Tujuan	Input	Output	Penanggung Jawab	Kode Risiko	Risiko
A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*	Kayu yang diterima memenuhi kriteria kualitas (sesuai dokumen Spesifikasi Log) dan siap untuk melewati proses produksi	Kayu dari *suppiler*	Kayu yang diterima memenuhi kriteria kualitas (sesuai dokumen Spesifikasi Log) dan siap untuk melewati proses produksi	*Log Checker, Truck Driver*	R1	Kayu tidak sesuai dengan kriteria
						R2	*Logging truck* mengalami kerusakan
						R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*
						R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba
A1.1.2	Penimbangan kayu	Kayu yang masuk ke dalam area produksi memiliki jumlah yang sesuai dengan *form request*	Kayu dari *suppiler*	Kayu yang masuk ke dalam area produksi memiliki jumlah yang sesuai dengan *form request*	*Log Checker*	R5	*Truck scale* tidak dapat mengukur berat kayu dengan tepat
						R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*
						R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan
						R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*
A1.1.3	Bongkar muat kayu ke *storage area*	Kayu tersusun rapi di area penumpukan *storage area*	Kayu dari *suppiler*	Kayu tersusun rapi di area penumpukan *storage area*	*Unloading Inspector*	R9	*Heavy equipment* mengalami kerusakan
						R10	Ketidakhadiran *heavy equipment*
						R11	Tidak tersedia slot kosong pada *storage area*
						R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan
				Kayu dikeringkan		R13	Waktu pengeringan kayu tidak

Gambar 5.9 Detail Proses pada Menu “Proses Produksi”

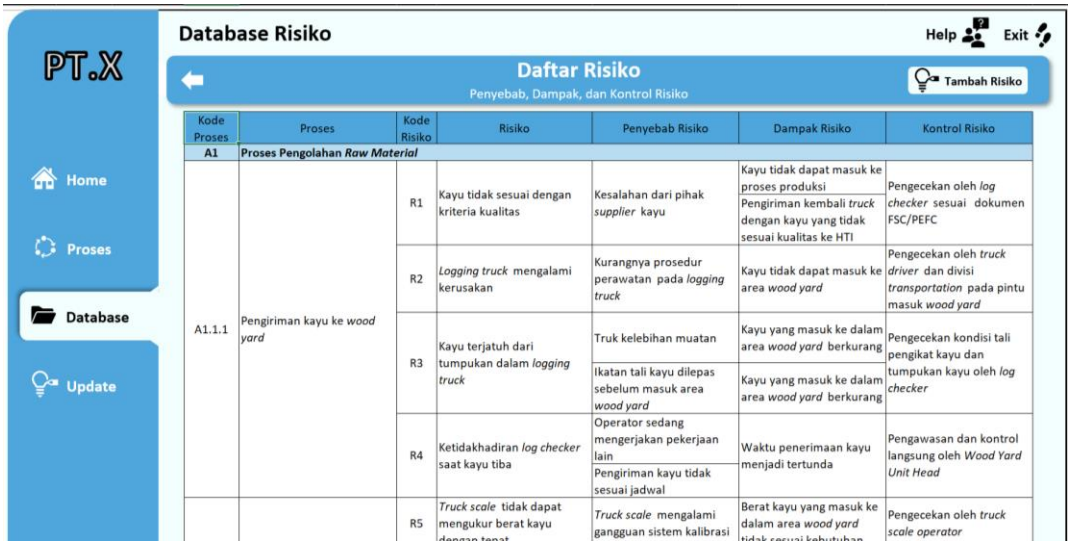
Pada Gambar 5.9 detail proses produksi yang ditampilkan meliputi kode proses, nama proses, tujuan proses, input proses, output proses, penanggung jawab, dan daftar risiko untuk setiap proses beserta kode risikonya.

Menu “Database” dapat digunakan ketika *user* ingin melihat database risiko baik daftar risiko, daftar penilaian risiko, maupun daftar perlakuan risiko. Data tersebut dapat diakses melalui *menu* “Database” sesuai dengan tampilan berikut ini.



Gambar 5.10 Menu “Database” pada Dashboard Profil Risiko

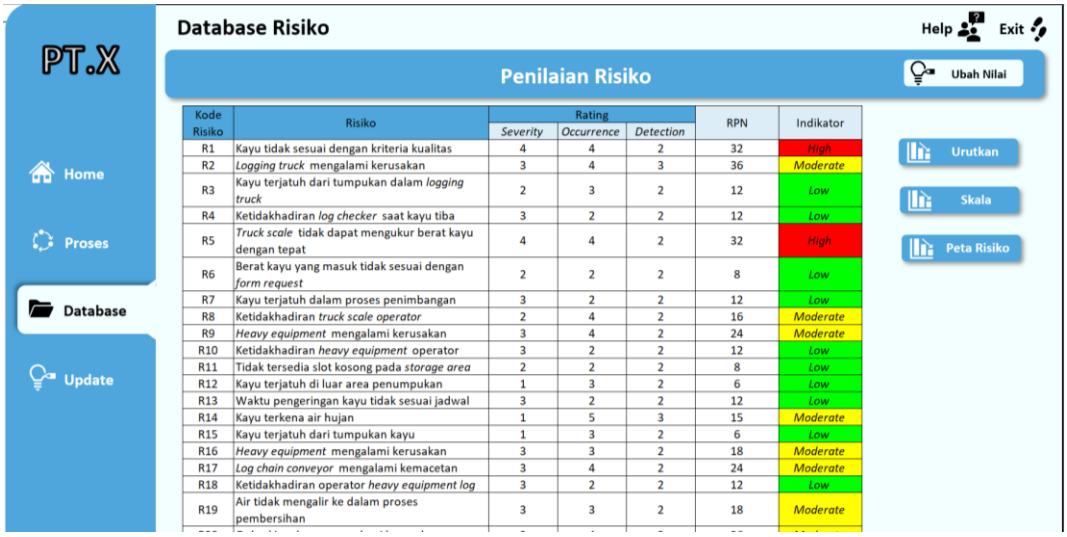
Menu “Daftar Risiko” berisi daftar seluruh risiko dengan tambahan keterangan berupa penyebab risiko, dampak risiko, dan kontrol risiko. Risiko ini juga dilengkapi dengan kode proses dan nama proses. Apabila *user* ingin menambahkan risiko baru, *user* dapat memilih *menu* “Tambah Risiko” untuk membuka *form* “Tambah Risiko”. Berikut ini merupakan tampilan *menu* “Daftar Risiko”.



Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Penyebab Risiko	Dampak Risiko	Kontrol Risiko
A1	Proses Pengolahan *Raw Material*					
A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*	R1	Kayu tidak sesuai dengan kriteria kualitas	Kesalahan dari pihak *supplier* kayu	Kayu tidak dapat masuk ke proses produksi Pengiriman kembali *truck* dengan kayu yang tidak sesuai kualitas ke HTI	Pengecekan oleh *log checker* sesuai dokumen FSC/PEFC
		R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	Kurangnya prosedur perawatan pada *logging truck*	Kayu tidak dapat masuk ke area *wood yard*	Pengecekan oleh *truck driver* dan divisi *transportation* pada pintu masuk *wood yard*
		R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	Truk kelebihan muatan	Kayu yang masuk ke dalam area *wood yard* berkurang	Pengecekan kondisi tali pengikat kayu dan tumpukan kayu oleh *log checker*
				Ikatan tali kayu dilepas sebelum masuk area *wood yard*	Kayu yang masuk ke dalam area *wood yard* berkurang	
		R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain Pengiriman kayu tidak sesuai jadwal	Waktu penerimaan kayu menjadi tertunda	Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Wood Yard Unit Head*
		R5	*Truck scale* tidak dapat mengukur berat kayu	*Truck scale* mengalami gangguan sistem kalibrasi	Berat kayu yang masuk ke dalam area *wood yard*	Pengecekan oleh *truck scale operator*

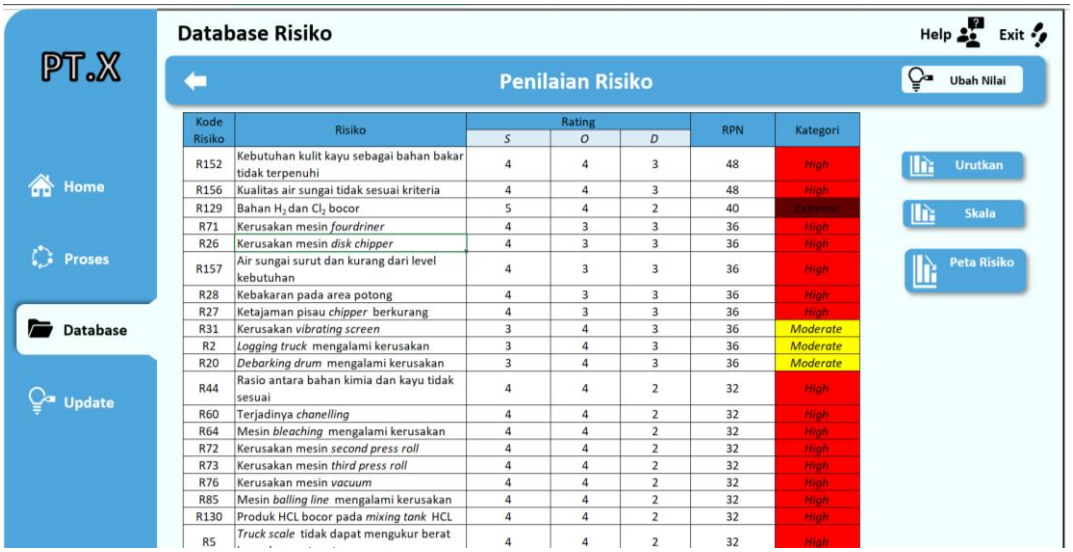
Gambar 5.11 Daftar Risiko pada Menu “Database”

Menu “Penilaian Risiko” berisi daftar kode risiko dan risiko yang dilengkapi dengan hasil penilaian tingkat *severity, occurrence*, dan *detection.* Selain itu, nilai *Risk Priority Number* beserta kategori risiko juga ditampilkan. Berikut ini merupakan seluruh tampilan *menu* “Penilaian Risiko”.



Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Indikator
		Severity	*Occurrence*	*Detection*		
R1	Kayu tidak sesuai dengan kriteria kualitas	4	4	2	32	*High*
R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	3	4	3	36	*Moderate*
R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	2	3	2	12	*Low*
R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	3	2	2	12	*Low*
R5	*Truck scale* tidak dapat mengukur berat kayu dengan tepat	4	4	2	32	*High*
R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	2	2	2	8	*Low*
R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	3	2	2	12	*Low*
R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	2	4	2	16	*Moderate*
R9	*Heavy equipment* mengalami kerusakan	3	4	2	24	*Moderate*
R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* operator	3	2	2	12	*Low*
R11	Tidak tersedia slot kosong pada *storage area*	2	2	2	8	*Low*
R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	1	3	2	6	*Low*
R13	Waktu pengeringan kayu tidak sesuai jadwal	3	2	2	12	*Low*
R14	Kayu terkena air hujan	1	5	3	15	*Moderate*
R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	1	3	2	6	*Low*
R16	*Heavy equipment* mengalami kerusakan	3	3	2	18	*Moderate*
R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	3	4	2	24	*Moderate*
R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment log*	3	2	2	12	*Low*
R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	3	3	2	18	*Moderate*

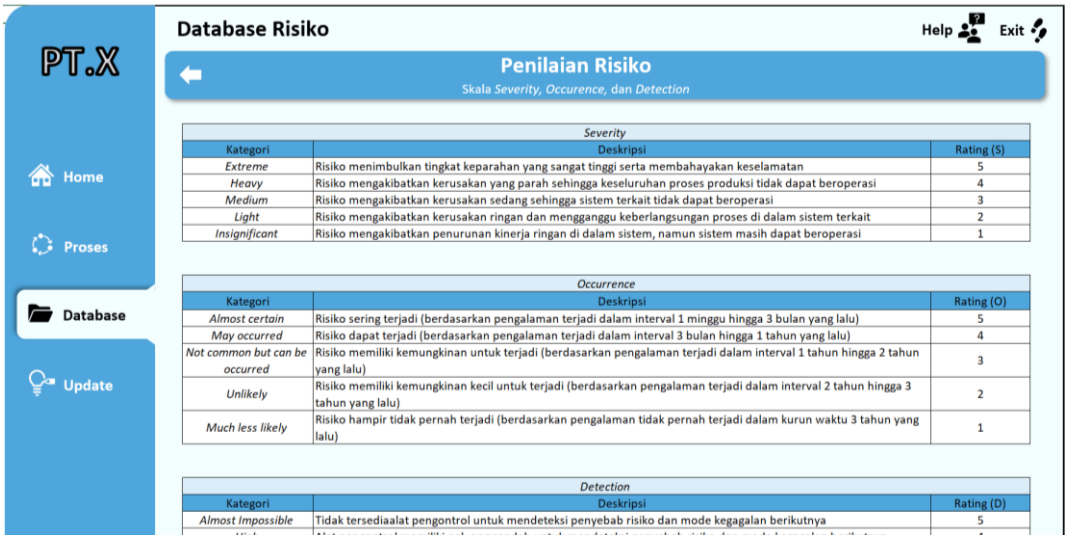
Gambar 5.12 Daftar Penilaian Risiko pada Menu “Database Risiko”



Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN	Kategori
		S	*O*	*D*		
R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	4	4	3	48	*High*
R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	4	4	3	48	*High*
R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	5	4	2	40	*Extreme*
R71	Kerusakan mesin *fourdriner*	4	3	3	36	*High*
R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	4	3	3	36	*High*
R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	4	3	3	36	*High*
R28	Kebakaran pada area potong	4	3	3	36	*High*
R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	4	3	3	36	*High*
R31	Kerusakan *vibrating screen*	3	4	3	36	*Moderate*
R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	3	4	3	36	*Moderate*
R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	3	4	3	36	*Moderate*
R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	4	4	2	32	*High*
R60	Terjadinya *chanelling*	4	4	2	32	*High*
R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	4	4	2	32	*High*
R72	Kerusakan mesin *second press roll*	4	4	2	32	*High*
R73	Kerusakan mesin *third press roll*	4	4	2	32	*High*
R76	Kerusakan mesin *vacuum*	4	4	2	32	*High*
R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	4	4	2	32	*High*
R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	4	4	2	32	*High*
R5	*Truck scale* tidak dapat mengukur berat	4	4	2	32	*High*

Gambar 5.13 Daftar Penilaian Risiko (2) pada Menu “Database Risiko”

Secara *default*, risiko ditampilkan sesuai dengan urutan nomor risiko, tetapi *user* dapat mengubah tampilan risiko berdasarkan urutan risiko dari kategori risiko *extreme* sampai ke kategori risiko *low* dengan memilih *menu* “Urutkan” seperti pada Gambar 5.13. *User* dapat mengubah nilai risiko yang telah ditampilkan dengan memilih *menu* “Ubah Nilai” untuk membuka *form* “Update Nilai Risiko”.



Severity		
Kategori	Deskripsi	Rating (S)
Extreme	Risiko menimbulkan tingkat keparahan yang sangat tinggi serta membahayakan keselamatan	5
Heavy	Risiko mengakibatkan kerusakan yang parah sehingga keseluruhan proses produksi tidak dapat beroperasi	4
Medium	Risiko mengakibatkan kerusakan sedang sehingga sistem terkait tidak dapat beroperasi	3
Light	Risiko mengakibatkan kerusakan ringan dan mengganggu keberlangsungan proses di dalam sistem terkait	2
Insignificant	Risiko mengakibatkan penurunan kinerja ringan di dalam sistem, namun sistem masih dapat beroperasi	1

Occurrence		
Kategori	Deskripsi	Rating (O)
Almost certain	Risiko sering terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 minggu hingga 3 bulan yang lalu)	5
May occurred	Risiko dapat terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 3 bulan hingga 1 tahun yang lalu)	4
Not common but can be occurred	Risiko memiliki kemungkinan untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 tahun hingga 2 tahun yang lalu)	3
Unlikely	Risiko memiliki kemungkinan kecil untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 2 tahun hingga 3 tahun yang lalu)	2
Much less likely	Risiko hampir tidak pernah terjadi (berdasarkan pengalaman tidak pernah terjadi dalam kurun waktu 3 tahun yang lalu)	1

Detection		
Kategori	Deskripsi	Rating (D)
Almost Impossible	Tidak tersediaalat pengontrol untuk mendeteksi penyebab risiko dan mode kegagalan berikutnya	5

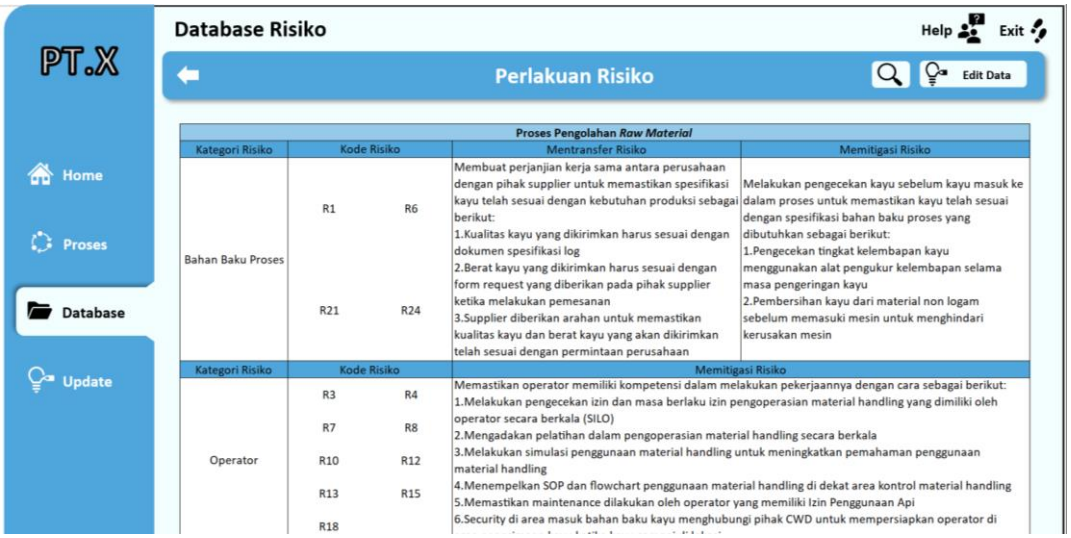
Gambar 5.14 Skala Penilaian Risiko pada Menu “Database Risiko”

User juga dapat melihat keterangan skala risiko, baik tingkat *severity*, tingkat *occurrence*, tingkat *detection*, maupun skala penerimaan risiko sebagai panduan dengan memilih *menu* “Skala” seperti tampilan Gambar 5.14.

Gambar 5.15 Peta Risiko pada Menu “Database Risiko”

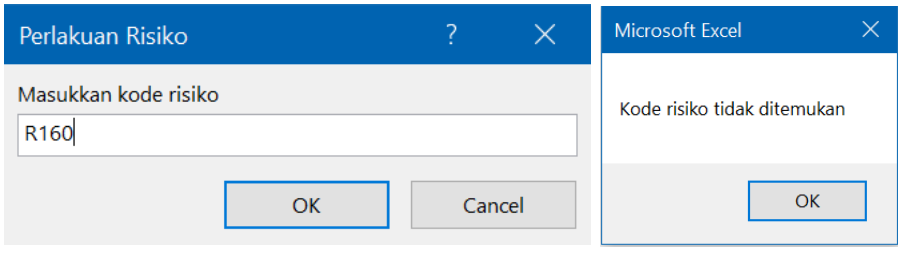
Pada Gambar 5.15, *user* dapat melihat tampilan peta risiko dalam *menu* “Peta Risiko”. Pada peta risiko tersebut, kode risiko ditampilkan sesuai nilai *severity* dan *occurrence* dari setiap risiko. Apabila *user* memperbarui nilai risiko

maupun melakukan penambahan risiko baru, kode risiko baru akan secara otomatis menempati posisi kategori risiko yang terbaru.



Gambar 5.16 Daftar Perlakuan Risiko pada Menu “Database Risiko”

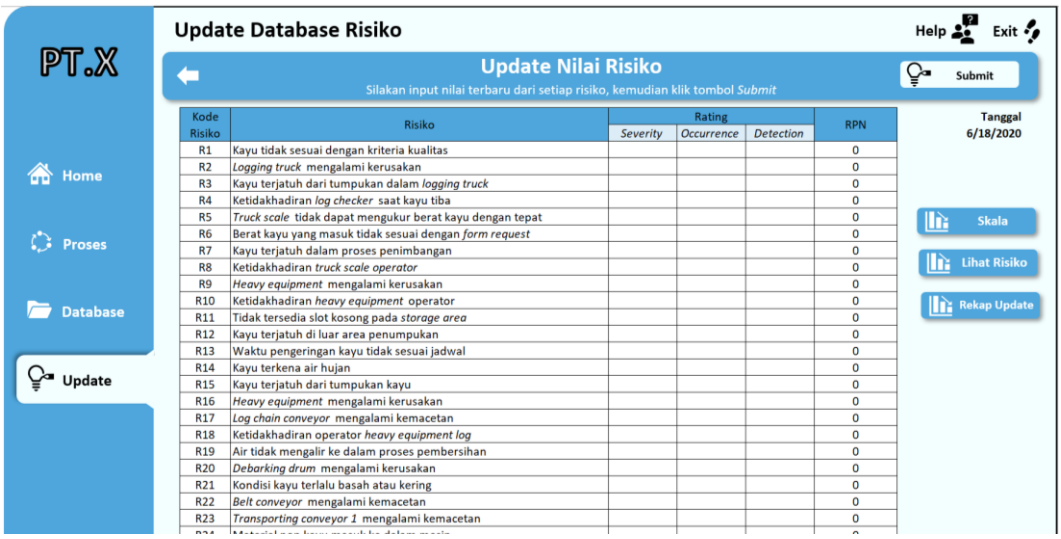
Pada *menu* “Perlakuan Risiko” seperti pada Gambar 5.16, terdapat daftar kode risiko, risiko, dan daftar perlakuan risiko untuk memberikan informasi kepada *user* dalam proses penanganan risiko. *User* dapat melakukan update data perlakuan risiko dengan memilih *menu* “Edit Data untuk membuka *form* “Update Perlakuan Risiko”. *User* dapat menggunakan menu *search* untuk mempermudah pencarian risiko pada daftar perlakuan risiko. Kode risiko dapat diinput seperti pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Input Kode Risiko pada Menu “Perlakuan Risiko”

Gambar 5.18 Menu "Update Risiko" pada Dashboard Profil Risiko

Apabila *user* ingin melakukan *update* data terkait risiko, *user* dapat memilih *menu* "Update" pada *dashboard* profil risiko seperti pada Gambar 5.18. Selanjutnya, *user* dapat memilih jenis data apa yang akan diperbarui. *User* dapat melakukan *update* data nilai risiko, perlakuan risiko, maupun menambahkan risiko baru.

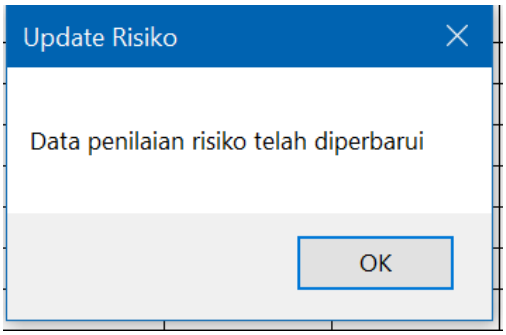


Kode Risiko	Risiko	Rating			RPN
		Severity	*Occurrence*	*Detection*	
R1	Kayu tidak sesuai dengan kriteria kualitas				0
R2	*Logging truck* mengalami kerusakan				0
R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*				0
R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba				0
R5	*Truck scale* tidak dapat mengukur berat kayu dengan tepat				0
R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*				0
R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan				0
R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*				0
R9	*Heavy equipment* mengalami kerusakan				0
R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* operator				0
R11	Tidak tersedia slot kosong pada *storage area*				0
R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan				0
R13	Waktu pengeringan kayu tidak sesuai jadwal				0
R14	Kayu terkena air hujan				0
R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu				0
R16	*Heavy equipment* mengalami kerusakan				0
R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan				0
R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment log*				0
R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan				0
R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan				0
R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering				0
R22	*Belt conveyor* mengalami kemacetan				0
R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan				0

Gambar 5.19 *Form* Update Nilai Risiko pada Menu "Update Database Risiko"

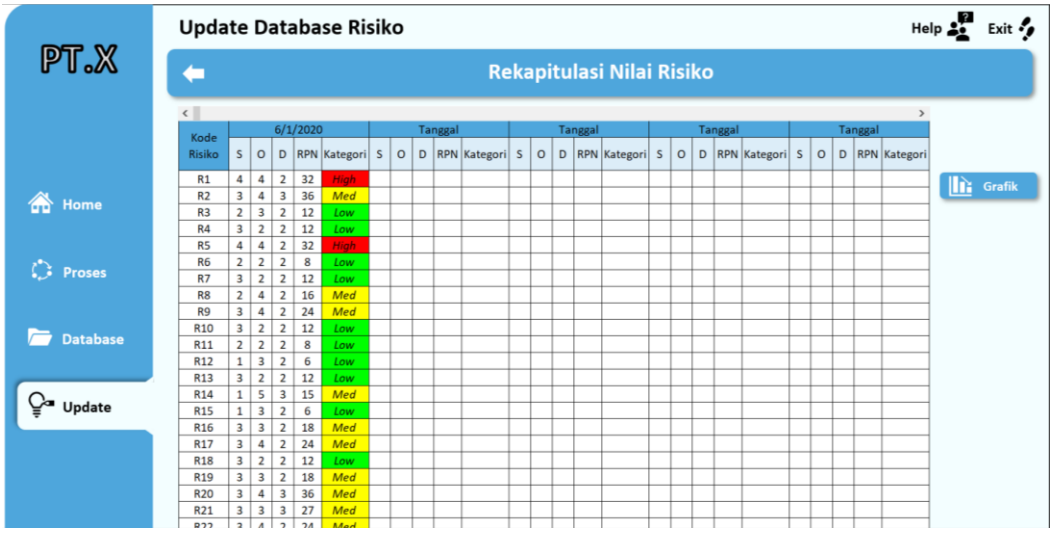
Form "Update Nilai Risiko" sesuai tampilan Gambar 5.19 digunakan untuk melakukan *update* data nilai risiko. *User* dapat mengisi kolom nilai *severity*,

occurrence, dan *detection* dengan nilai yang terbaru. Selanjutnya, *user* dapat memilih *menu* "Submit" untuk memasukkan data penilaian terbaru ke dalam *menu* "Database Risiko". Sebagai tanda bahwa penilaian risiko terbaru telah ditambahkan ke dalam *menu* "Database Risiko", *user* akan mendapatkan pemberitahuan dengan tampilan berikut ini.



Gambar 5.20 Tampilan Pemberitahuan Update Penilaian Risiko

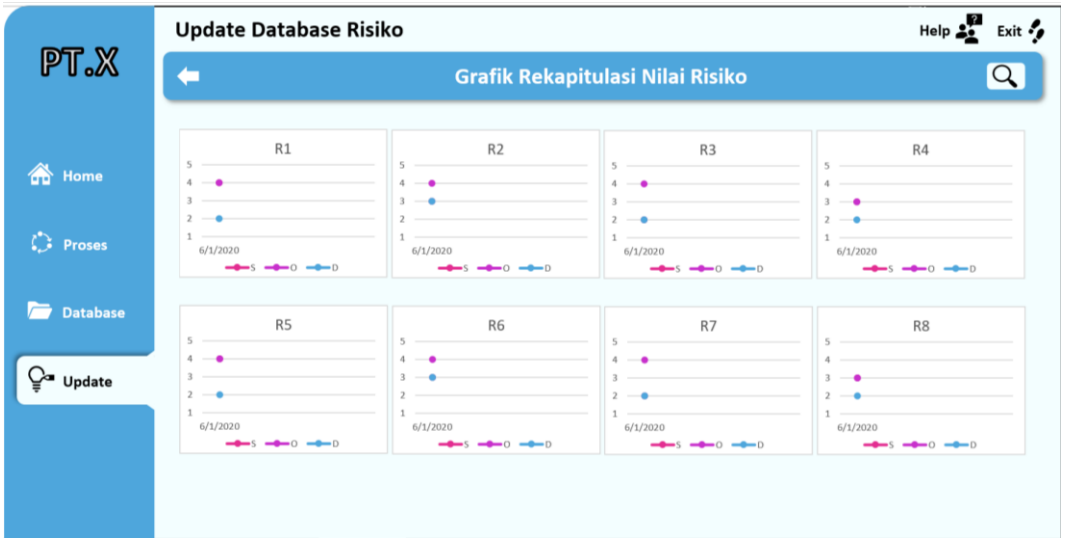
User dapat memilih *menu* "Skala" untuk mendapatkan panduan pengisian nilai risiko seperti pada Gambar 5.14. *Menu* "Lihat Risiko" dapat dipilih untuk melihat *menu* "Penilaian Risiko" yang terbaru.



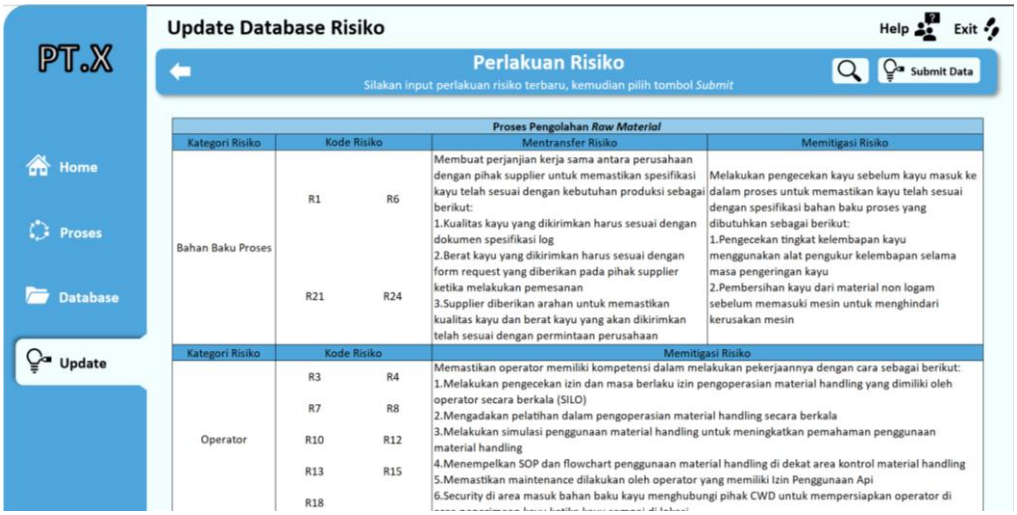
Gambar 5.21 Rekapitulasi Risiko pada Menu "Update Database Risiko"

Setelah penilaian risiko terbaru telah dimasukkan ke dalam database, *user* dapat memilih menu "Rekap Update" untuk melihat rekapitulasi perubahan nilai

risiko. Tanggal pada hari *update* penilaian risiko dilakukan akan masuk ke dalam tabel rekapitulasi tersebut seperti tampilan pada Gambar 5.21. *User* dapat melihat grafik perubahan nilai risiko dengan memilih menu "Grafik" seperti tampilan pada Gambar 5.22.



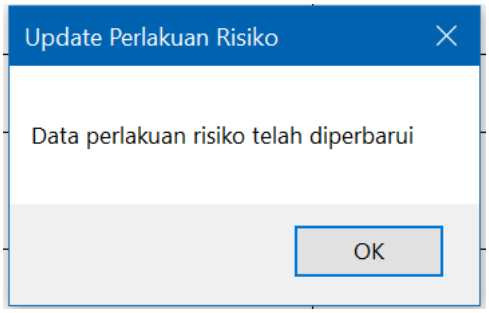
Gambar 5.22 Grafik Perubahan Nilai Risiko pada Menu "Update Database Risiko"



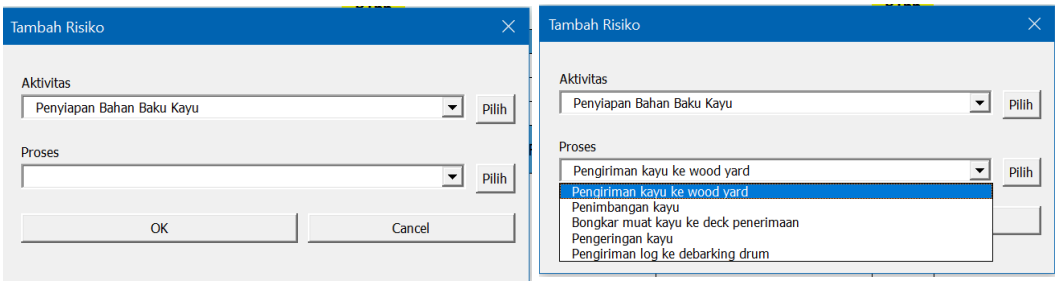
Gambar 5.23 *Form* Ubah Perlakuan Risiko pada Menu "Update Database Risiko"

Form "Ubah Perlakuan Risiko" sesuai tampilan Gambar 5.23 digunakan untuk melakukan *update* data perlakuan risiko. *User* dapat mengisi kolom perlakuan risiko yang terbaru. Selanjutnya, *user* dapat memilih *menu* "Submit"

untuk memasukkan data perlakuan risiko terbaru ke dalam *menu* "Database Risiko". Sebagai tanda bahwa penilaian risiko terbaru telah ditambahkan ke dalam *menu* "Database Risiko", *user* akan mendapatkan pemberitahuan dengan tampilan berikut ini.

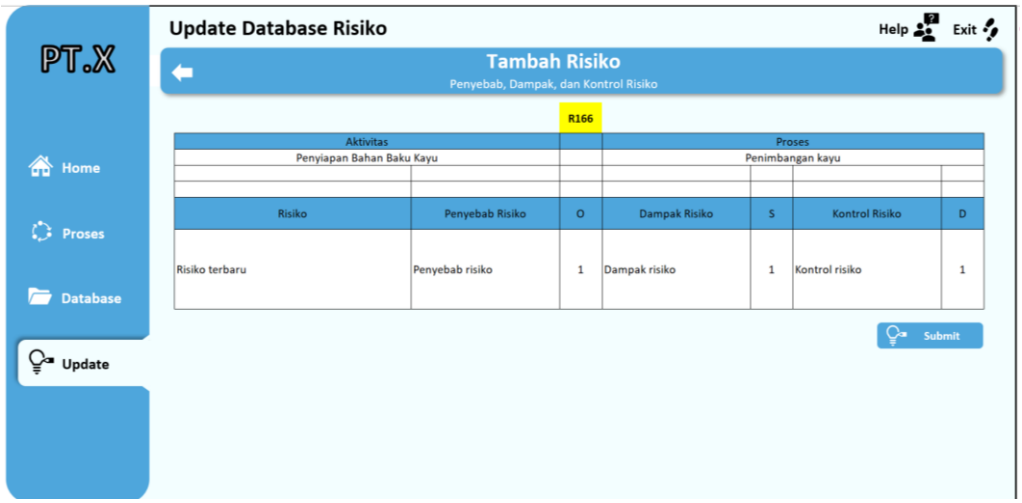


Gambar 5.24 Tampilan Pemberitahuan Update Perlakuan Risiko



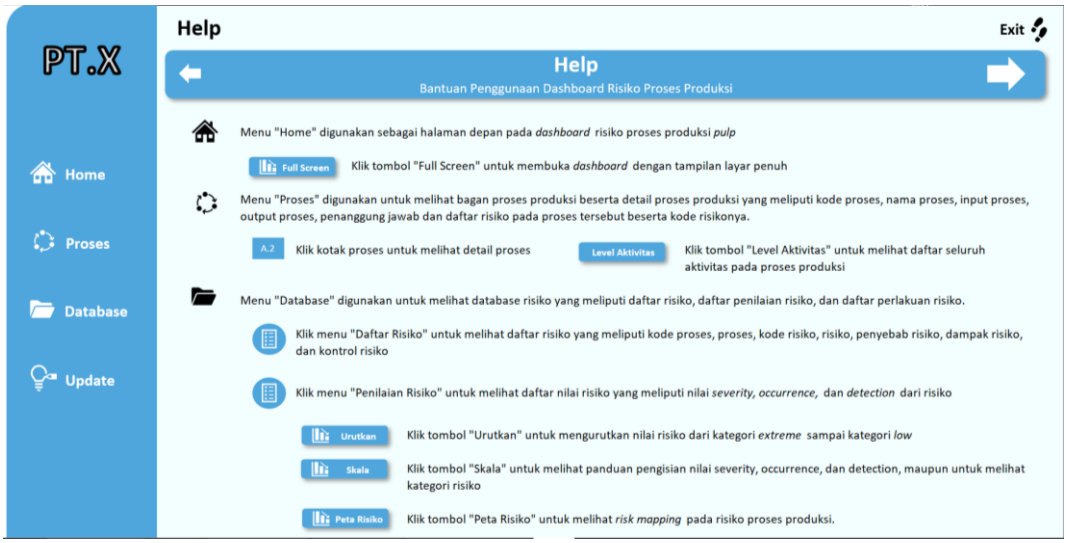
Gambar 5.25 *Form* Tambah Risiko pada Menu "Update Database Risiko"

Form "Tambah Risiko" sesuai tampilan Gambar 5.25 digunakan untuk melakukan *update* daftar risiko. *User* dapat memilih pilihan aktivitas yang akan ditambahkan risikonya. Selanjutnya, *user* dapat memilih pilihan proses di dalam aktivitas tersebut. Kemudian, *user* dapat memilih tombol "OK" untuk masuk ke tampilan *Form* "Tambah Risiko" selanjutnya seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 5.26 *Form* Lanjutan Tambah Risiko pada Menu "Update Database Risiko"

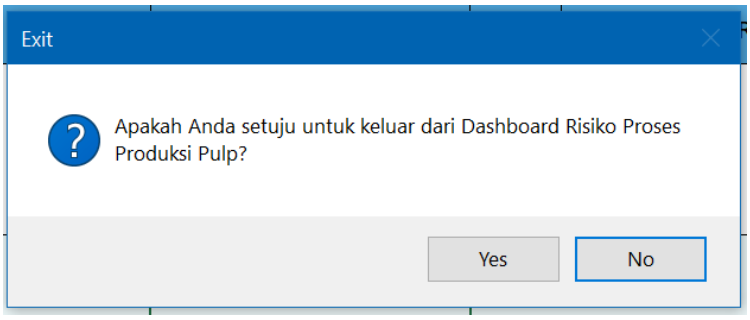
Kode risiko terbaru akan dihitung dan ditampilkan secara otomatis pada kotak berwarna kuning seperti tampilan pada Gambar 5.26. Selanjutnya, *user* dapat mengisi nama risiko, penyebab risiko, dampak risiko, kontrol risiko, beserta nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari risiko yang akan ditambahkan. *User* dapat memilih *menu* "Submit" untuk memasukkan data risiko terbaru ke dalam *database* risiko. Risiko secara otomatis akan masuk ke dalam *database* risiko di bagian daftar risiko, penilaian risiko, serta perlakuan risiko. Nilai RPN beserta kategori risiko baru tersebut juga secara otomatis diolah pada *menu* "Penilaian Risiko".



Gambar 5.27 Tampilan *Dashboard* pada Menu "*Help"*

Dalam penggunaan *dashboard* profil risiko, *user* dapat memilih *menu* "Help" untuk mendapatkan bantuan terkait penggunaan *dashboard.* Pada *menu* "Help" ditampilkan informasi berupa cara penggunaan *dashboard*, cara pengisian *form* maupun keterangan fungsi setiap menu seperti tampilan pada Gambar 5.27.

Setelah *user* selesai menggunakan *dashboard* profil risiko, *user* dapat memilih *menu* "Exit" untuk keluar dari *dashboard* profil risiko. *User* dapat melakukan konfirmasi ulang untuk meninggalkan *dashboard* profil risiko seperti pada tampilan berikut ini.



Gambar 5.28 Tampilan Konfirmasi Menu "*Exit*"

Dalam melakukan *update* data risiko, pihak perusahaan dapat melakukan analisis terkait kondisi terkini dari manajemen risiko yang telah diterapkan. Dalam analisis daftar risiko, perusahaan dapat mempertimbangkan apakah sumber informasi yang digunakan sebagai dasar identifikasi risiko masih relevan serta apakah terdapat perubahan pada proses bisnis yang menimbulkan risiko baru. Dalam analisis penilaian risiko, perusahaan dapat mempertimbangkan apakah penilaian risiko yang tersedia masih relevan, apakah terdapat penyebab maupun dampak lain yang baru teridentifikasi, dan apakah terdapat perubahan pada kemungkinan risiko terjadi. Sedangkan, dalam analisis perlakuan risiko, perusahaan dapat mempertimbangkan seberapa efektif rencana perlakuan risiko dilakukan, apakah perlakuan risiko tersebut masih relevan dengan kondisi terkini, dan apakah perlakuan risiko yang tersedia sesuai dengan biaya yang dikeluarkan (dalam hal ini perlu analisis biaya manfaat atau analisis lain yang relevan).

Dashboard ini dapat diletakkan dalam *database* informasi perusahaan yang dapat dibuka oleh karyawan perusahaan. Setelah *user* melakukan *update* data di

dalam *dashboard*, *user* dapat menyimpan file tersebut dan selanjutnya melakukan penyimpanan data terbaru di *database* informasi perusahaan.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan yang dapat diambil untuk menjawab tujuan penelitian berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan. Saran diberikan sebagai bahan perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang ditarik berdasarkan hasil penelitian, antara lain:

1. Identifikasi risiko proses produksi *pulp* pada PT. X dilakukan dengan metode *Fault Tree* sehingga diperoleh sejumlah 164 risiko pada proses produksi *pulp* PT. X.
2. *Risk assessment* dilakukan dalam tiga tahap, yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Proses analisis risiko dilakukan dengan mengidentifikasi dampak risiko, penyebab risiko, dan kontrol risiko untuk setiap risiko yang berhasil diidentifikasi. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada PT. X. Berdasarkan hasil perhitungan nilai RPN didapatkan bahwa risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah R152 yaitu risiko kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi. Sedangkan risiko dengan nilai RPN terendah adalah R159 yaitu risiko kebocoran *splitter box.* Berdasarkan hasil evaluasi risiko, diperoleh 2 risiko pada kategori *extreme risk,* 71 risiko pada kategori *high risk,* 72 risiko pada kategori *moderate risk,* dan 19 risiko pada kategori *low risk.*
3. Rekomendasi perlakuan risiko yang diusulkan meliputi langkah menghindari risiko, berbagi risiko, dan mitigasi risiko. Terdapat 240 langkah penanganan risiko yang diusulkan yang terdiri dari langkah mitigasi sebanyak 61.25%, berbagi risiko sebanyak 24.17% dan menghindari risiko sebanyak 14.58%.

4. *Dashboard* profil risiko dirancang untuk membantu perusahaan dalam mengelola dan memantau risiko yang ada pada proses produksi *pulp. Dashboard* risiko ini dapat digunakan untuk melihat maupun memperbarui *database* risiko yang berisi daftar proses, daftar aktivitas pada proses, daftar risiko, saran perlakuan risiko, maupun penilaian risiko yang dapat dipantau perubahannya setiap bulan.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Proses identifikasi risiko dapat dilanjutkan untuk bagian *critical support units* dan *periphery function.*
2. Penelitian dalam aspek lain dapat dilakukan untuk membantu pencapaian sasaran manajemen lainnya seperti aspek manajemen kinerja.
3. Analisis biaya manfaat atau analisis keuangan lainnya yang cocok dapat dilakukan untuk mengetahui prioritas perlakuan risiko dilihat dari aspek keuangan perusahaan.
4. Proses penilaian risiko dapat dilakukan dengan dasar data historis yang objektif, seperti data *maintenance.* Sehingga angka penilaian risiko menggambarkan kondisi perusahaan yang sebenarnya.
5. Penambahan fitur *dashboard* profil risiko terkait input data dapat dilakukan untuk menambah manfaat dari *dashboard.* Contohnya, fitur yang mengakomodasi penambahan data waktu risiko terjadi yang secara otomatis menampilkan nilai *occurrence* berdasarkan data frekuensi risiko yang terbaru.
6. Perhitungan durasi waktu yang tepat untuk seluruh kegiatan *maintenance* rutin bagi setiap mesin, terutama mesin yang termasuk dalam kategori risiko tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Abkowitz, M. D., 2008. *Operational Risk Management - A case study approach to effective planning and response.* New York: Willey.

Anderson, T. & Schroeder, P., 2010. *Strategic Risk Management Practice - How to deal effectively with major corporate exposure.* Cambridge: Cambridge University Press.

Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia, 2020. *Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia.* [Online]
Available at: http://apki.net/
[Accessed 20 Februari 2020].

Badan Pusat Statistik, 2019. Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur. *Berita Resmi Statistik*, 1 Agustus, pp. 27-31.

Bevilacqua, M., 2012. Business Process Reengineering of Emergency Management Procedure : A Case Study. Safety Science. Volume 50, pp. 1368-1376.

Bhattacharya, J. & Phil, M., 2014. Root Cause Analysis - A Practice to Understanding and Control Failure Management in Manufacturing Industri. *International Journal of Business and Management Invention*, 3(10), pp. 12-20.

Blanchard, B., 2004. *Logistics Engineering and Management.* 6th ed. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.

Boucher, T. & Yalcin, A., 2006. *Design of Industrial Information Systems.* 1st ed. s.l.:s.n.

C. Q. Institute, 2016. *Integrated Management System.* [Online]
Available at: http://www.thecqi.org
[Accessed 17 Februari 2020].

CNBC, 2020. *CNBC Indonesia.* [Online]
Available at: https://www.cnbcindonesia.com/market/20191122174650-19-117346/dorong-pertumbuhan-industri-ini-harapan-apki-ke-pemerintah
[Accessed 6 March 2020].

Duckert, G., 2011. *Practical Enterprise Risk Management A business process approach.* New York: McGraw Hill.

Feldmann, C. G., 1998. *The Practical Guide to Business Process Reengineering using IDEFØ.*. New York: Dorset House Publishing Co., Inc..

Frigo, M. L. & Anderson, T., 2007. Strategic Risk Management-Creating and Protecting Value. In: *Strategic Finance.* s.l.:s.n.

Frigo, M. L. & Laesoe, H., 2015. Strategic Risk management at the LEGO Group-Integrating strategy and risk management. In: *Implementing Enterprise Risk Management-Case Studies and Best Practices.* New Jersey: Wiley.

IEC/ISO 31010, 2009. *Risk management - Risk assessment techniques.* s.l., ISO.

International Standard Organization, 2018. *Risk management - Risk assessment techniques.* s.l., s.n.

Ishikawa, K., 2005. In: *Pengendalian Mutu Terpadu.* Banging: PT Remaha Rosdakarya.

ISO 31000, 2018. *ISO 31000: 2018 Risk Management - Guidelines.* Geneve: ISO.

ISO2010, 2009. *The ISO Survey of Certification.* Switzerland, International Organization for Standarization.

Kementrian Perindustrian, 2019. *Diversifikasi Pulp Bakal Pangkas Impor US$ 500 Juta.* [Online]
Available at: https://kemenperin.go.id/artikel/18681/Diversifikasi-Pulp-Bakal-Pangkas-Impor-US$-500-Juta
[Accessed 15 Februari 2020].

Kontan, 2019. *Industri Pulp dan Kertas Indonesia.* [Online]
Available at: https://analisis.kontan.co.id/news/industri-pulp-dan-kertas-indonesia
[Accessed 20 Februari 2020].

M. Olaru, D. Maier, D. Nicoara & A. Maier, 2014. Establishing the basis for development of an organization by adopting the integrated management systems: comparative study of various models and concepts of integration. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* Volume 109, pp. 693-697.

McDermott, R. E., Mikulak, R. J. & Beauregard, M. R., 2009. *The Basics of FMEA.* 2nd ed. New York: Productivity Press.

Monk, R. A. & Minow, N., 2001. *Corporate Governance.* 2nd ed. Melbourne: Blackwell Publishing.

Muzaimi, H., Chew, B. C. & Hamid, S. R., 2017. *Integrated management system: The integration of ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 and ISO 31000.* s.l., AIP Conference Proceedings.

Praxiom Research Group Limited, 2019. *Praxiom.* [Online] Available at: https://www.praxiom.com/iso-31000-sum.htm [Accessed 29 February 2020].

Priyanta, D., 2000. *Keandalan dan Perawatan.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

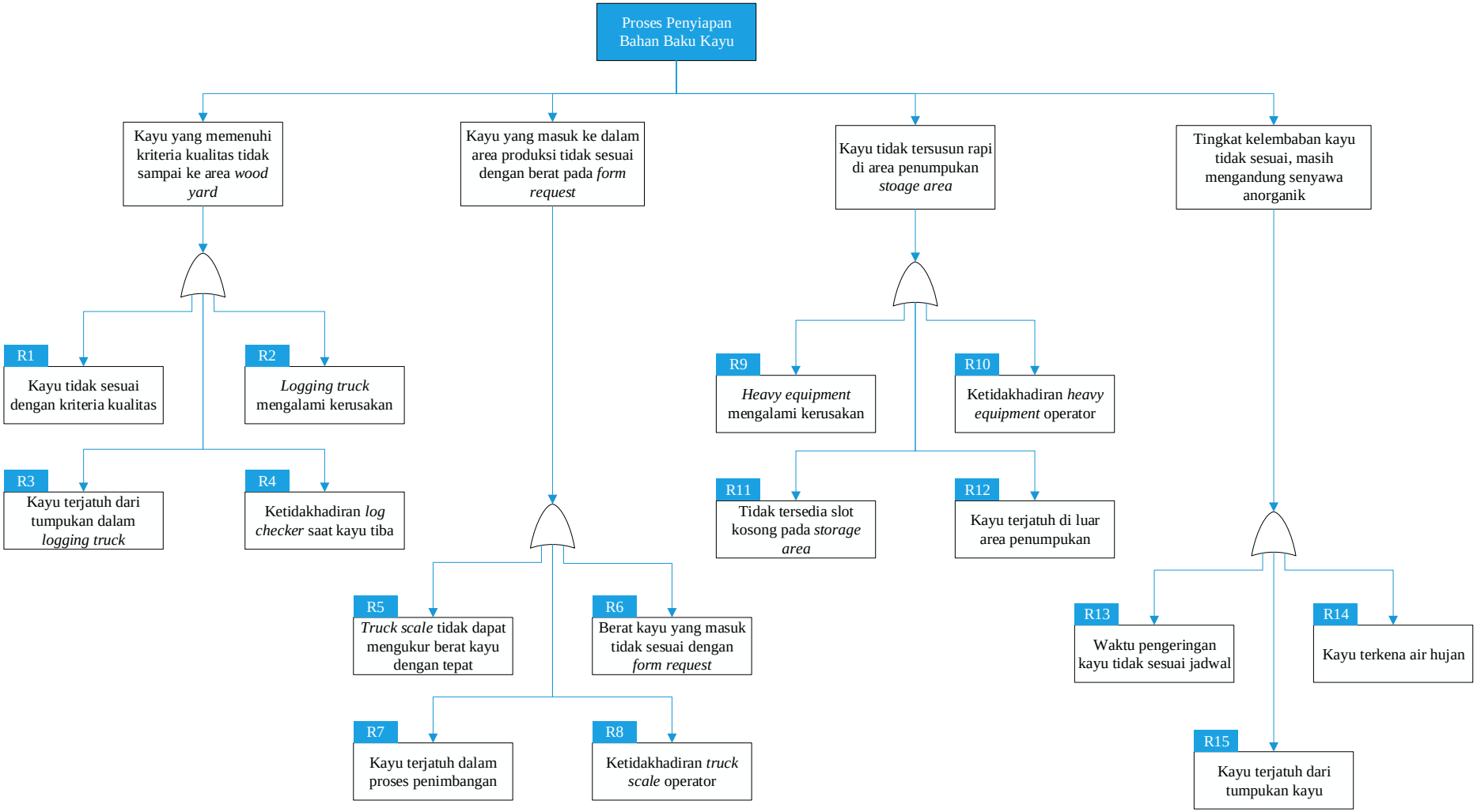
Susilo, L. J. & Kaho, V. R., 2019. *Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000:2018 : Panduan untuk Risk Leaders dan Risk Practitioners.* 2nd ed. Jakarta: Grasindo.

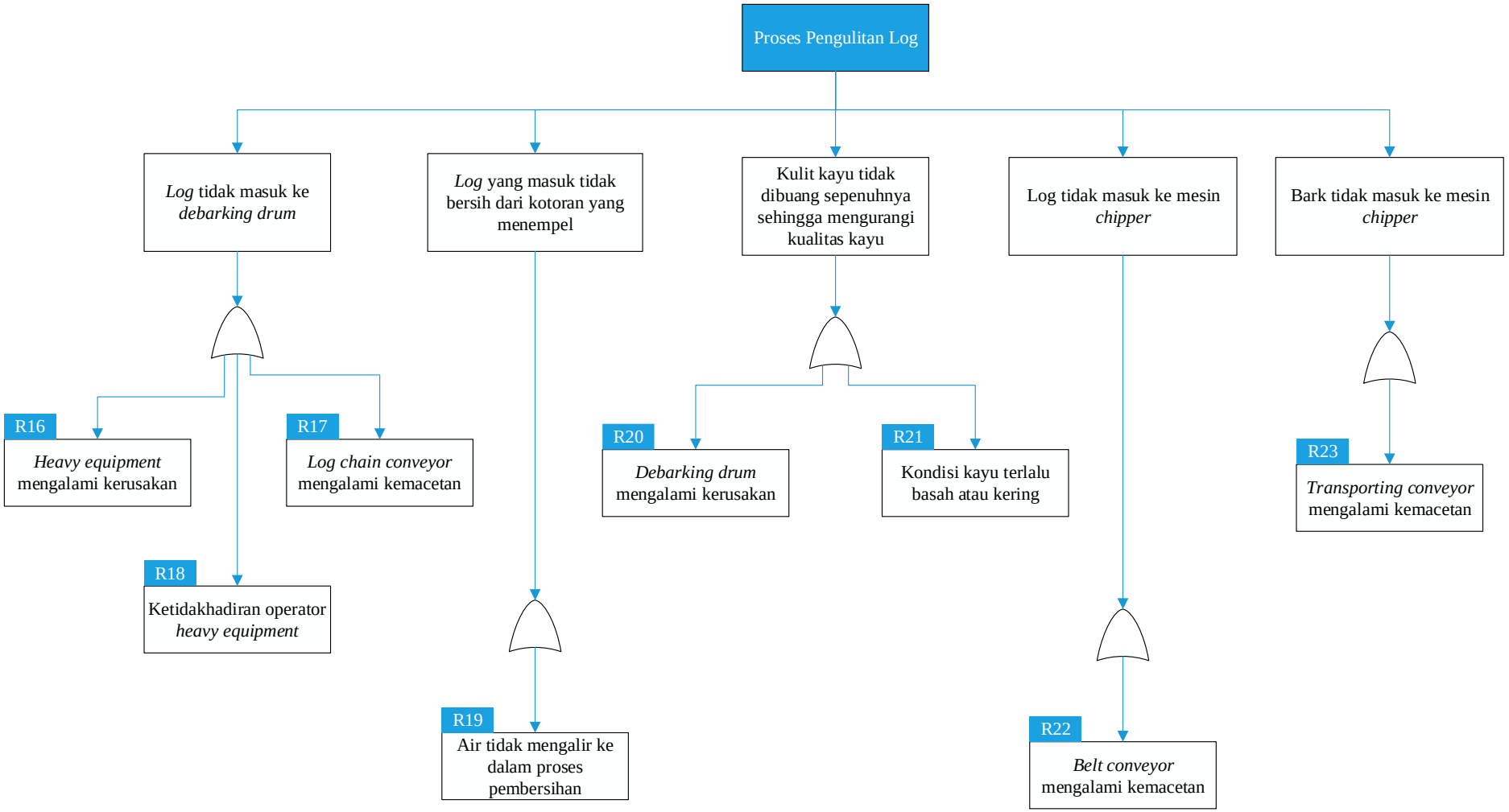
Vaughan, E. & Elliot, C. M., 1978. *Fundamentals of Risk and Insurance.* Toronto: John Wiley & Sons Inc.

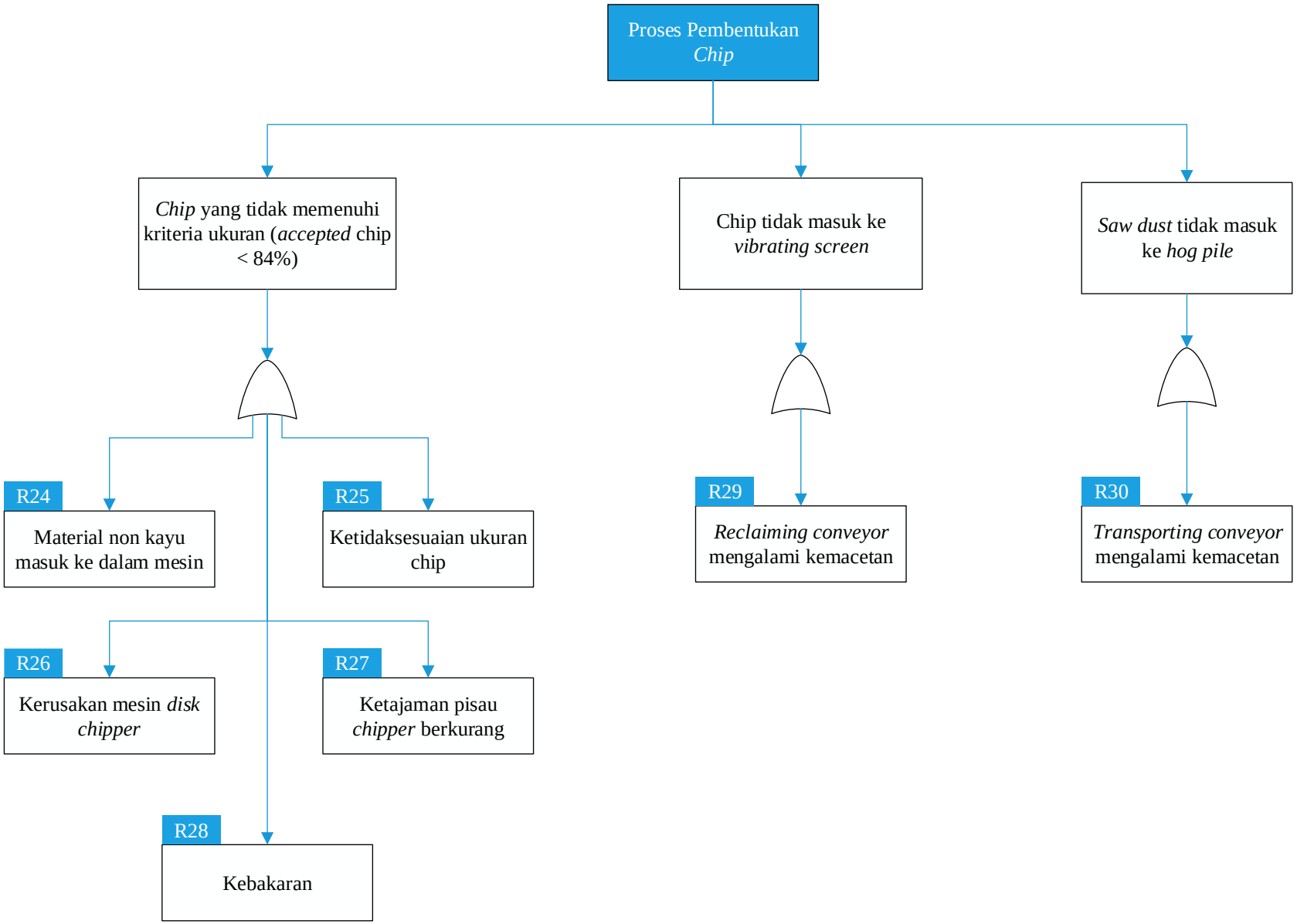
Victoria, A. O., 2019. *Katadata.* [Online] Available at: https://katadata.co.id/berita/2019/08/01/bps-pertumbuhan-industri-manufaktur-pada-triwulan-ii-2019-melambat [Accessed 6 March 2020].

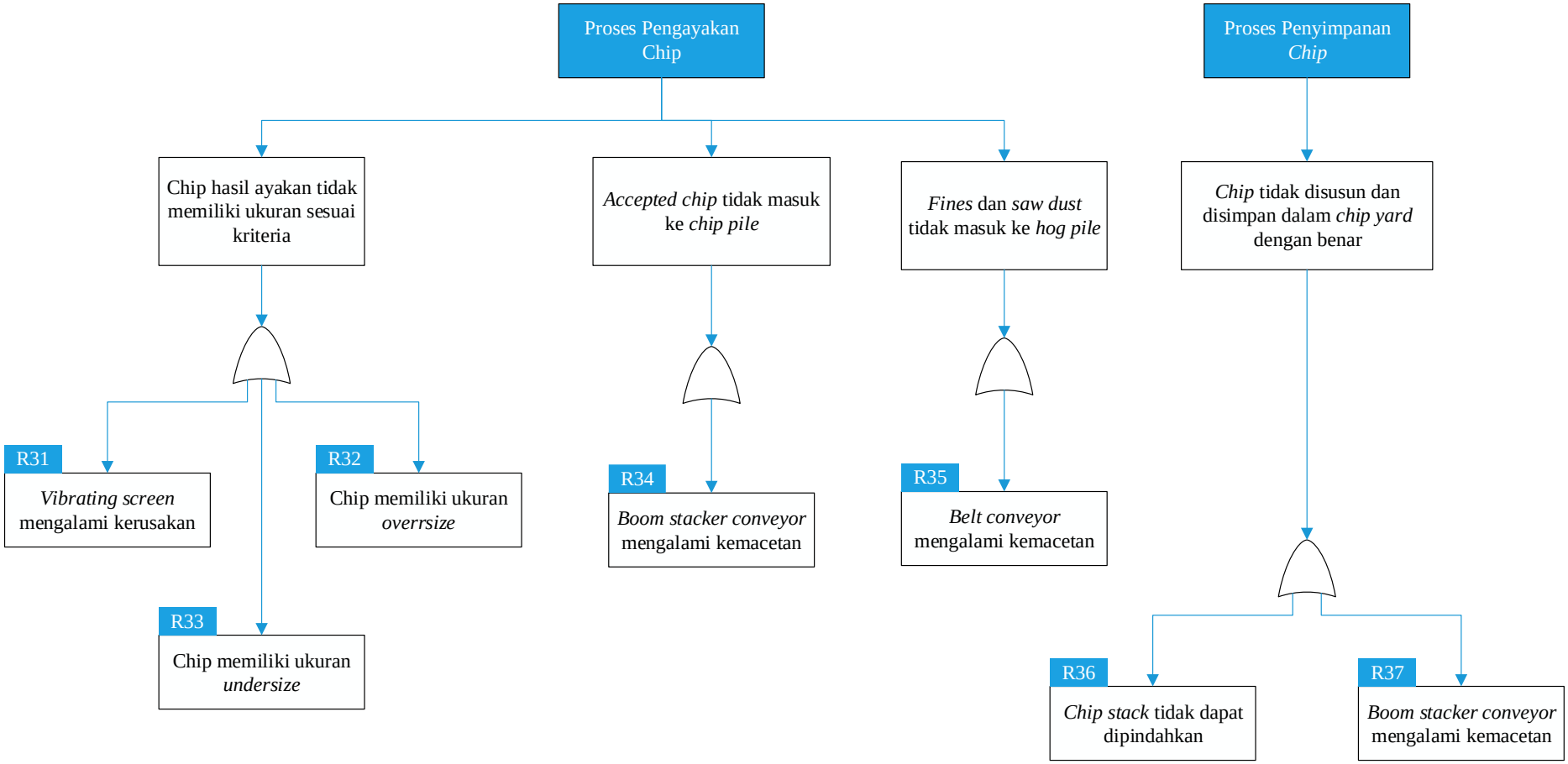
(halaman ini sengaja dikosongkan)

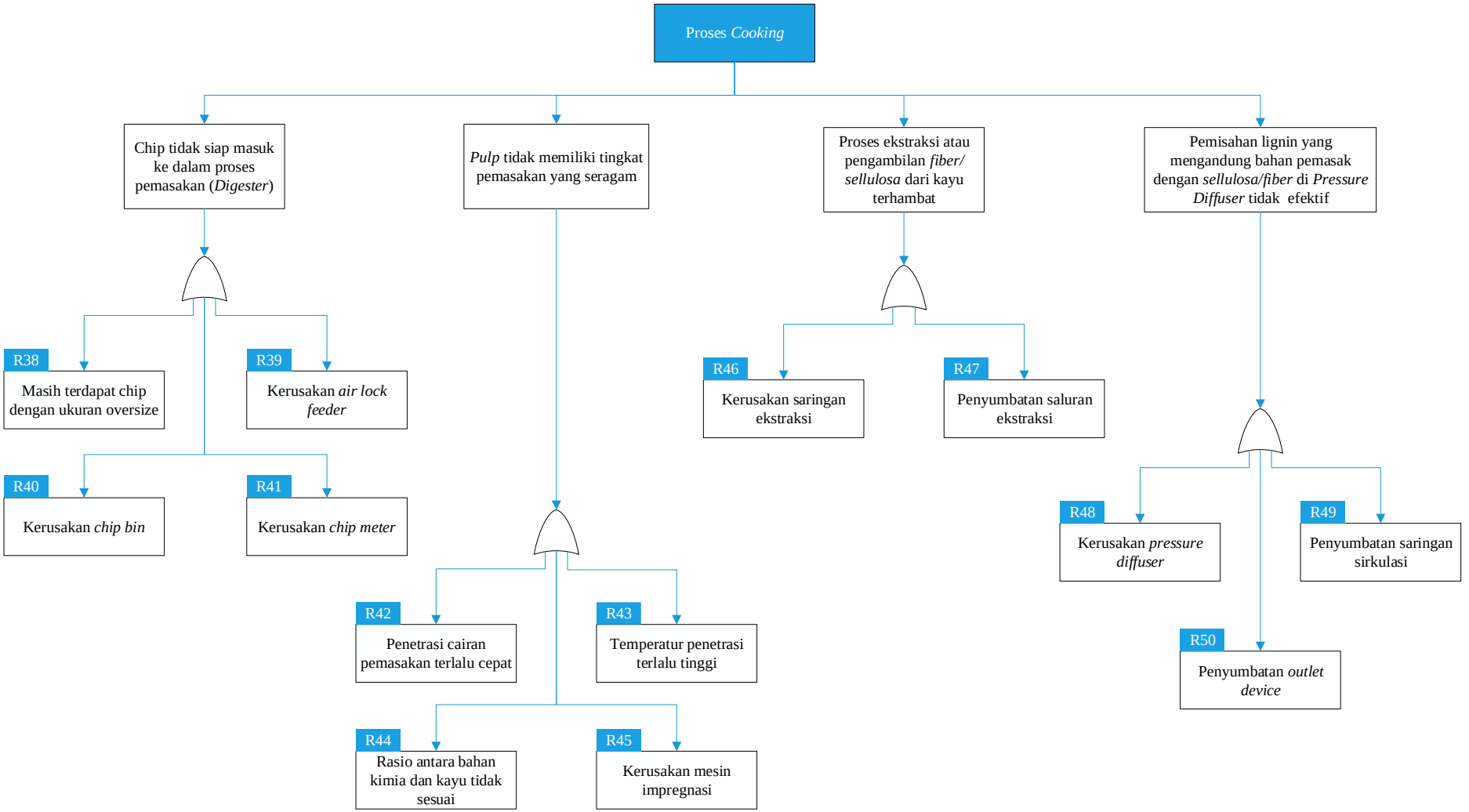
LAMPIRAN 1: FAULT TREE ANALYSIS

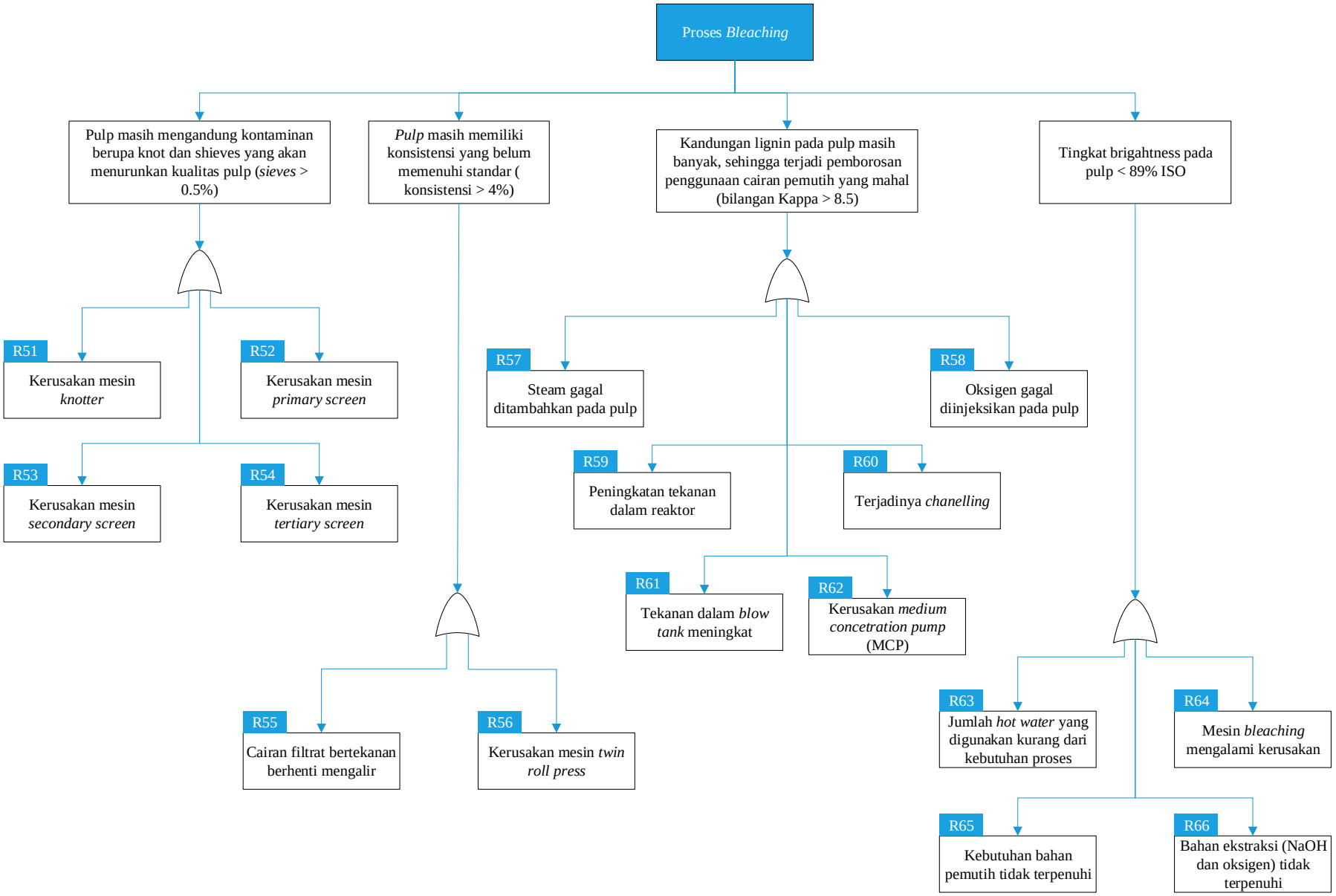


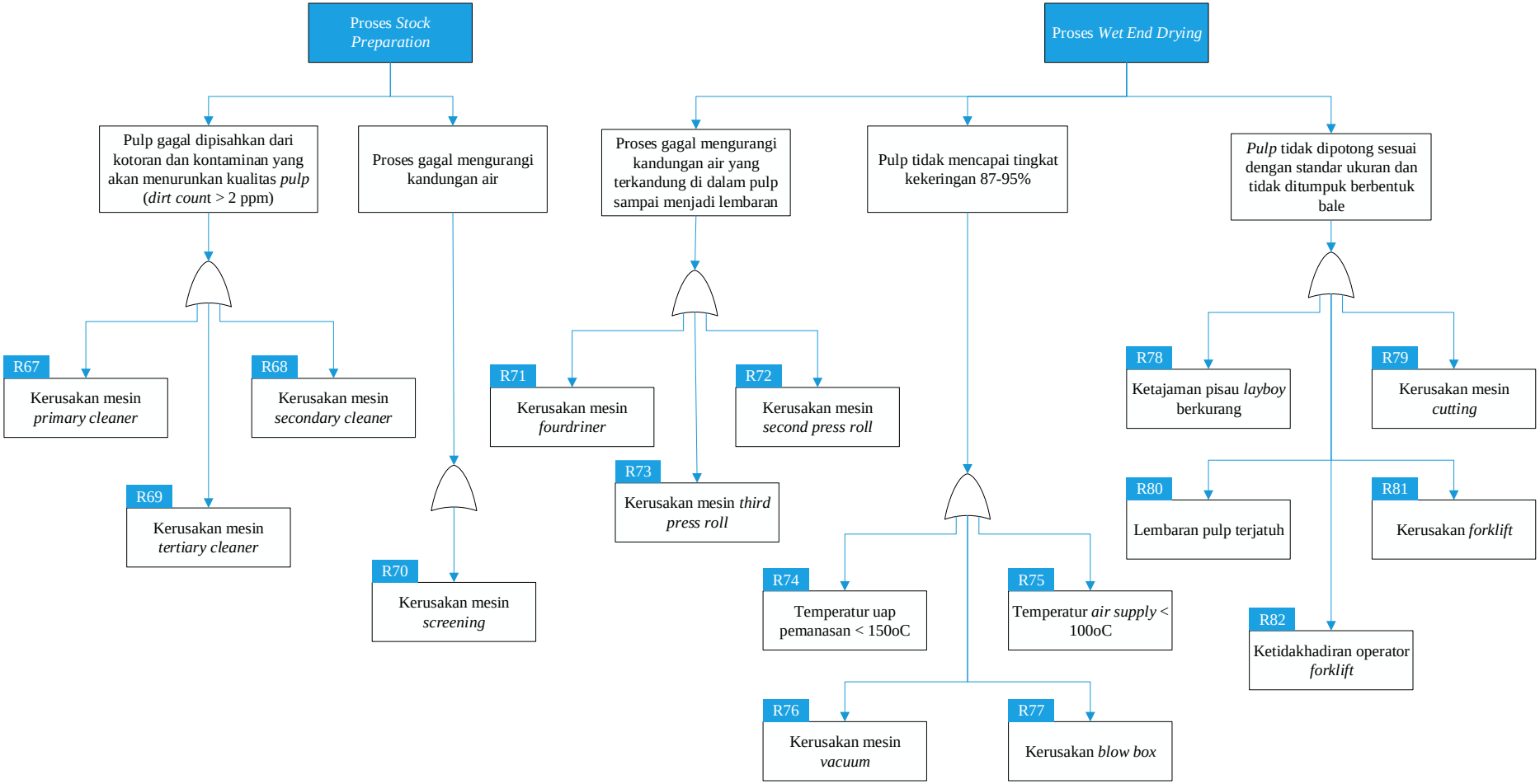

Proses Pengulitan Log
Log tidak masuk ke *debarking drum*
Log yang masuk tidak bersih dari kotoran yang menempel
Kulit kayu tidak dibuang sepenuhnya sehingga mengurangi kualitas kayu
Log tidak masuk ke mesin *chipper*
Bark tidak masuk ke mesin *chipper*
R16
Heavy equipment mengalami kerusakan
R17
Log chain conveyor mengalami kemacetan
R18
Ketidakhadiran operator *heavy equipment*
R19
Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan
R20
Debarking drum mengalami kerusakan
R21
Kondisi kayu terlalu basah atau kering
R22
Belt conveyor mengalami kemacetan
R23
Transporting conveyor mengalami kemacetan

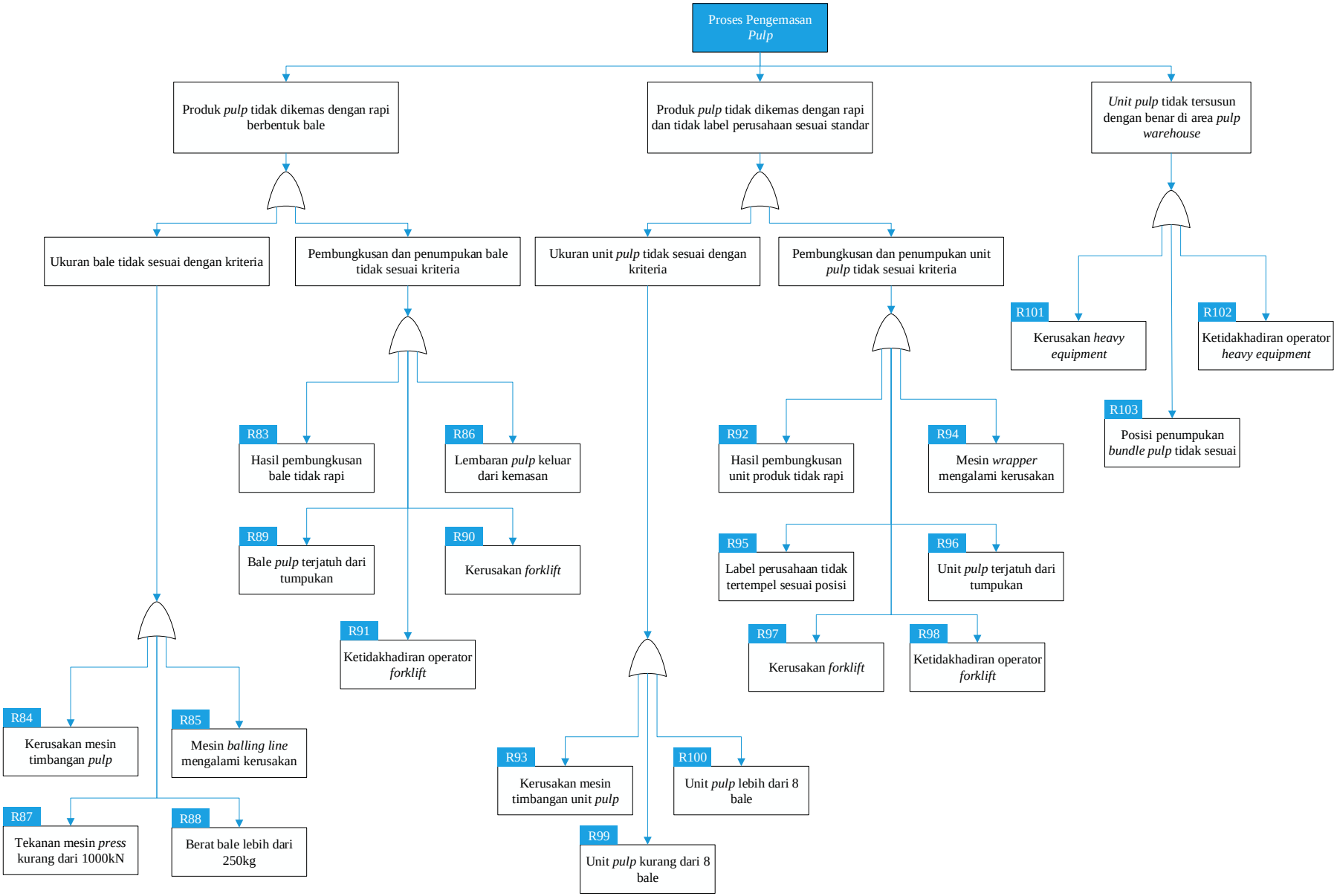

Proses Pembentukan *Chip*
Chip yang tidak memenuhi kriteria ukuran (*accepted* chip < 84%)
Chip tidak masuk ke *vibrating screen*
Saw dust tidak masuk ke *hog pile*
R24
Material non kayu masuk ke dalam mesin
R25
Ketidaksesuaian ukuran chip
R29
Reclaiming conveyor mengalami kemacetan
R30
Transporting conveyor mengalami kemacetan
R26
Kerusakan mesin *disk chipper*
R27
Ketajaman pisau *chipper* berkurang
R28
Kebakaran

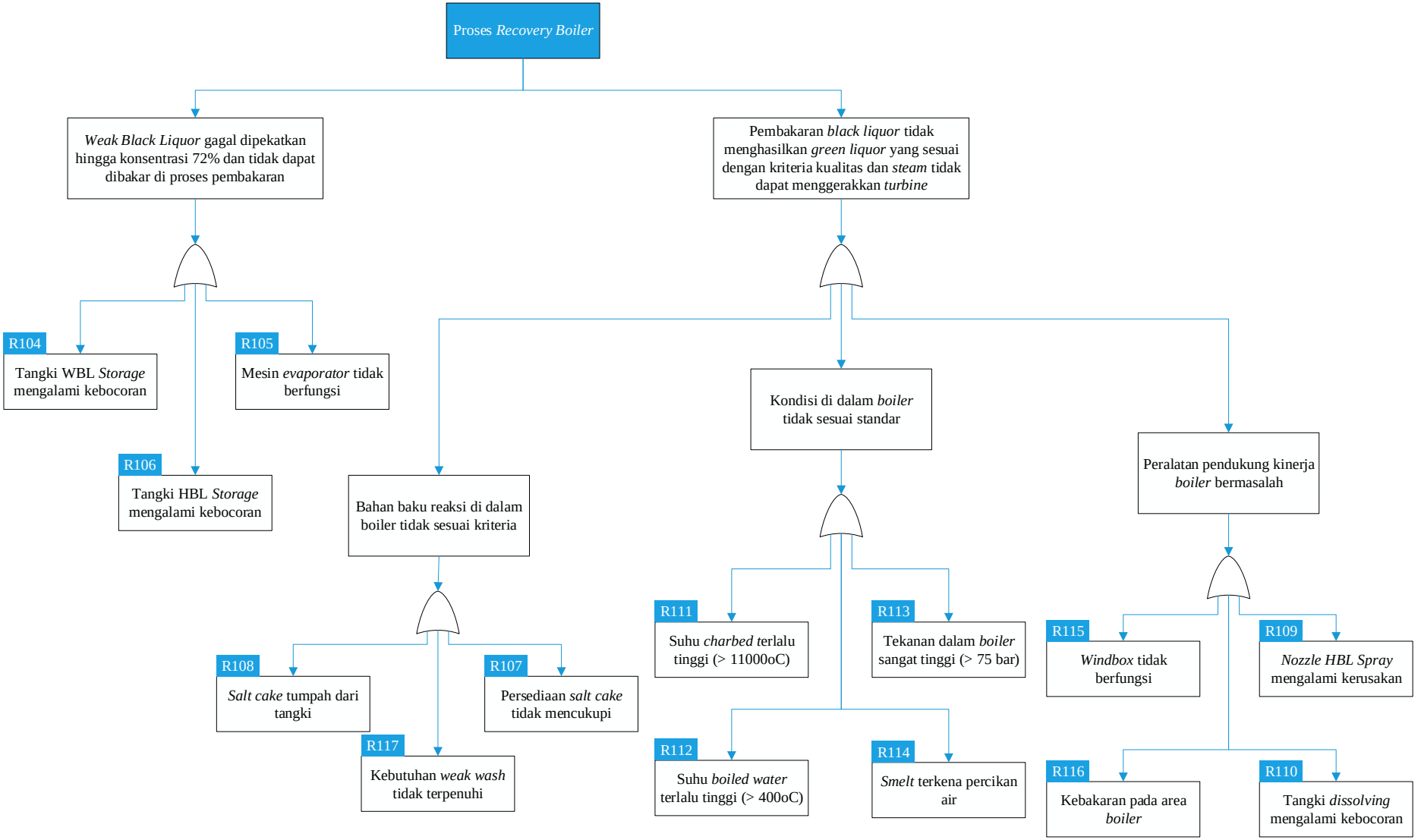

Proses Pengayakan Chip
Chip hasil ayakan tidak memiliki ukuran sesuai kriteria
Accepted chip tidak masuk ke *chip pile*
Fines dan *saw dust* tidak masuk ke *hog pile*
R31
Vibrating screen mengalami kerusakan
R32
Chip memiliki ukuran *overrsize*
R33
Chip memiliki ukuran *undersize*
R34
Boom stacker conveyor mengalami kemacetan
R35
Belt conveyor mengalami kemacetan
Proses Penyimpanan *Chip*
Chip tidak disusun dan disimpan dalam *chip yard* dengan benar
R36
Chip stack tidak dapat dipindahkan
R37
Boom stacker conveyor mengalami kemacetan

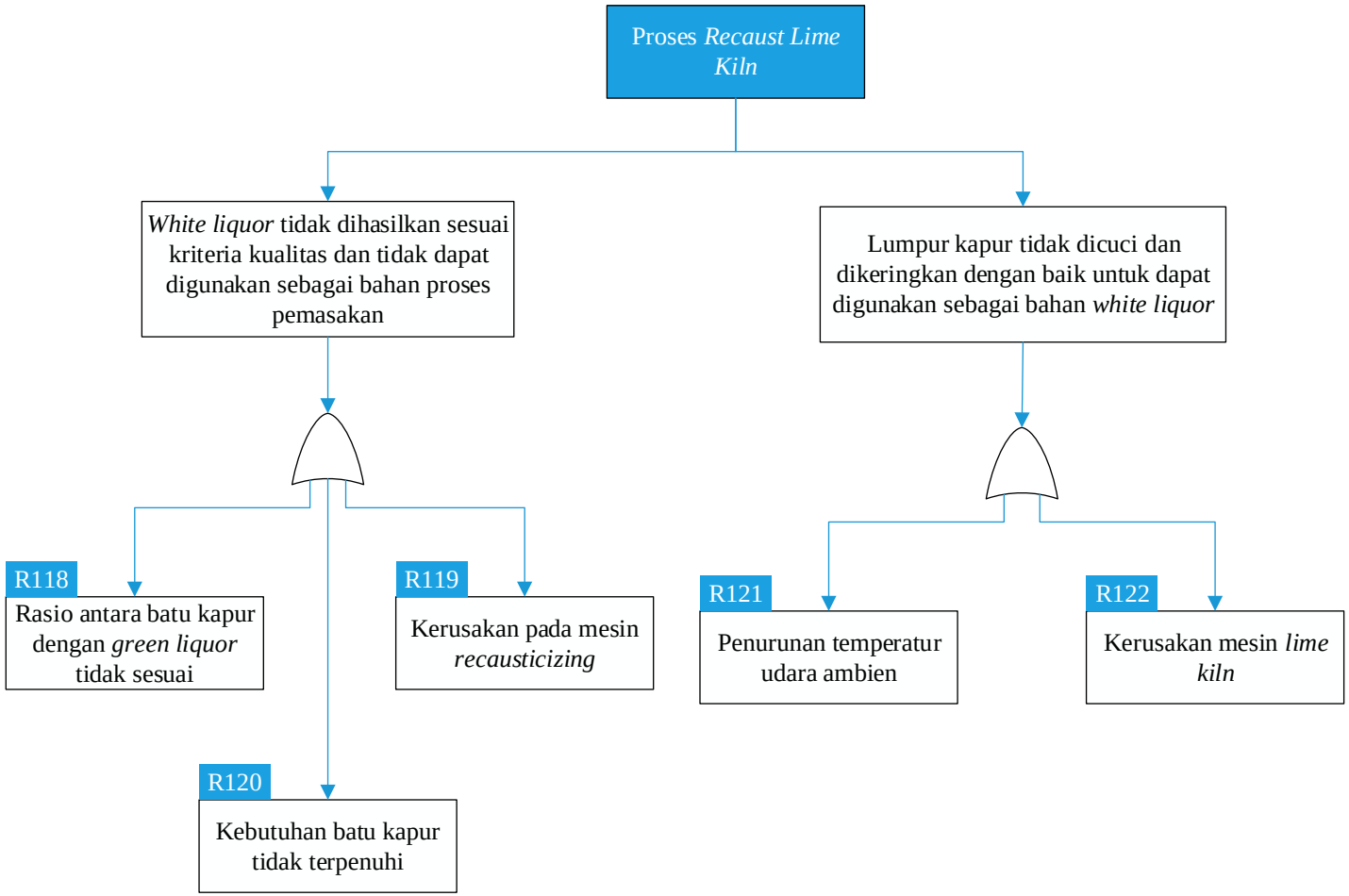

Proses *Cooking*
Chip tidak siap masuk ke dalam proses pemasakan (*Digester*)
Pulp tidak memiliki tingkat pemasakan yang seragam
Proses ekstraksi atau pengambilan *fiber/ sellulosa* dari kayu terhambat
Pemisahan lignin yang mengandung bahan pemasak dengan *sellulosa/fiber* di *Pressure Diffuser* tidak efektif
R38
Masih terdapat chip dengan ukuran oversize
R39
Kerusakan *air lock feeder*
R40
Kerusakan *chip bin*
R41
Kerusakan *chip meter*
R42
Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat
R43
Temperatur penetrasi terlalu tinggi
R44
Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai
R45
Kerusakan mesin impregnasi
R46
Kerusakan saringan ekstraksi
R47
Penyumbatan saluran ekstraksi
R48
Kerusakan *pressure diffuser*
R49
Penyumbatan saringan sirkulasi
R50
Penyumbatan *outlet device*

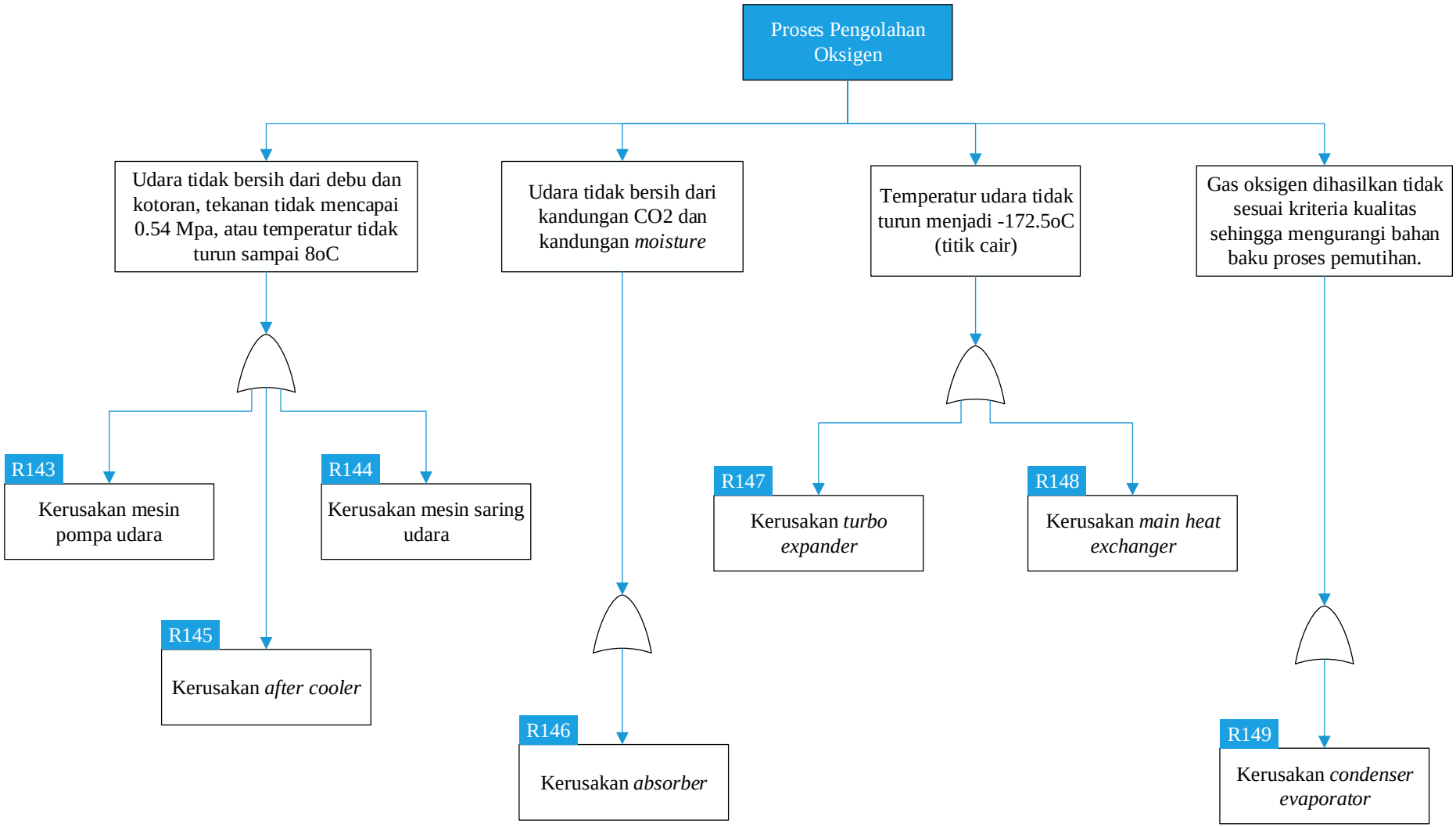

Proses *Bleaching*
Pulp masih mengandung kontaminan berupa knot dan shieves yang akan menurunkan kualitas pulp (*sieves* > 0.5%)
Pulp masih memiliki konsistensi yang belum memenuhi standar (konsistensi > 4%)
Kandungan lignin pada pulp masih banyak, sehingga terjadi pemborosan penggunaan cairan pemutih yang mahal (bilangan Kappa > 8.5)
Tingkat brigahtness pada pulp < 89% ISO
R51
Kerusakan mesin *knotter*
R52
Kerusakan mesin *primary screen*
R53
Kerusakan mesin *secondary screen*
R54
Kerusakan mesin *tertiary screen*
R55
Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir
R56
Kerusakan mesin *twin roll press*
R57
Steam gagal ditambahkan pada pulp
R58
Oksigen gagal diinjeksikan pada pulp
R59
Peningkatan tekanan dalam reaktor
R60
Terjadinya *chanelling*
R61
Tekanan dalam *blow tank* meningkat
R62
Kerusakan *medium concetration pump* (MCP)
R63
Jumlah *hot water* yang digunakan kurang dari kebutuhan proses
R64
Mesin *bleaching* mengalami kerusakan
R65
Kebutuhan bahan pemutih tidak terpenuhi
R66
Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi

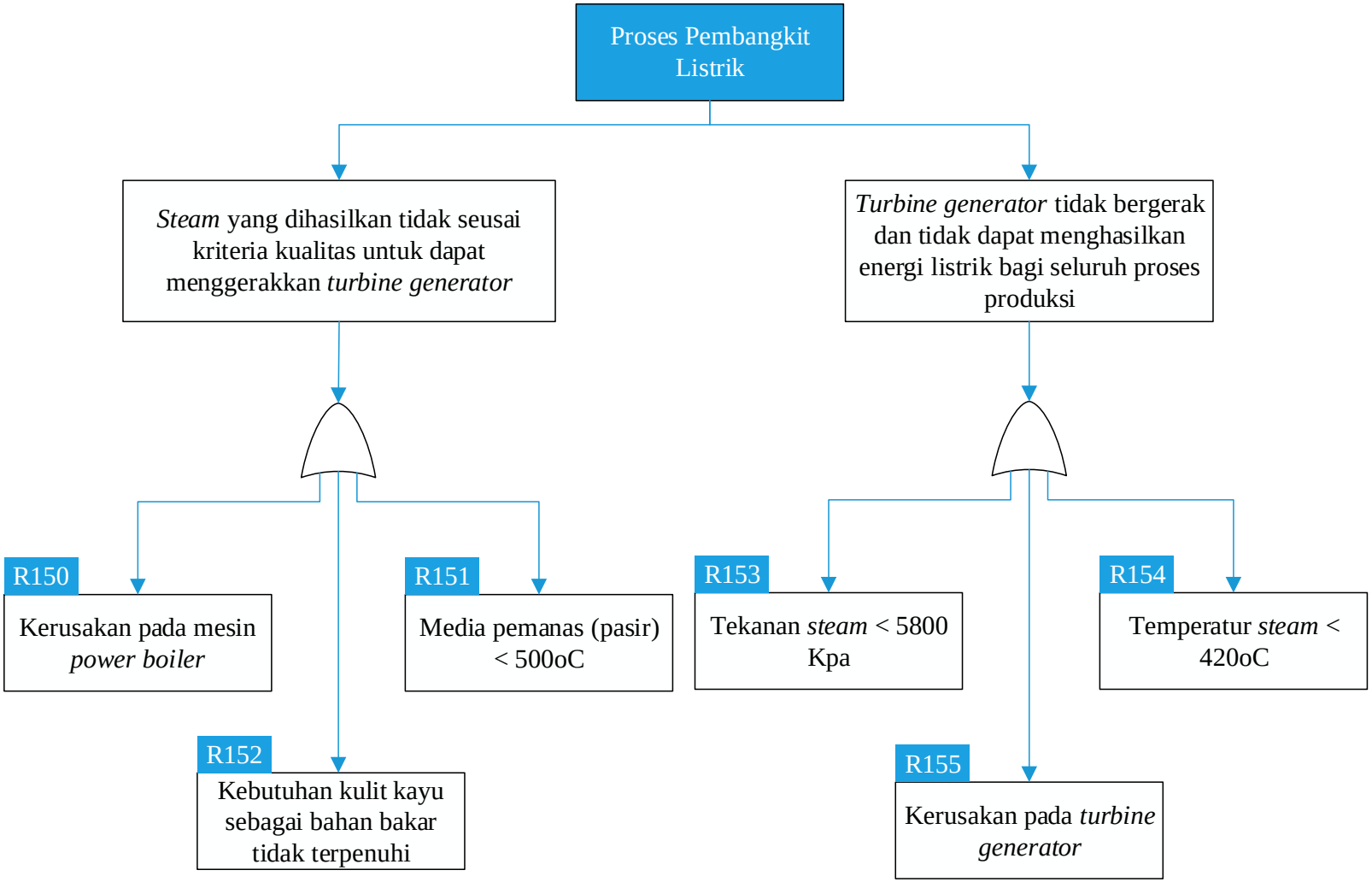

Proses *Stock Preparation*
Pulp gagal dipisahkan dari kotoran dan kontaminan yang akan menurunkan kualitas *pulp* (*dirt count* > 2 ppm)
Proses gagal mengurangi kandungan air
R67
Kerusakan mesin *primary cleaner*
R68
Kerusakan mesin *secondary cleaner*
R69
Kerusakan mesin *tertiary cleaner*
R70
Kerusakan mesin *screening*
Proses *Wet End Drying*
Proses gagal mengurangi kandungan air yang terkandung di dalam pulp sampai menjadi lembaran
Pulp tidak mencapai tingkat kekeringan 87-95%
Pulp tidak dipotong sesuai dengan standar ukuran dan tidak ditumpuk berbentuk bale
R71
Kerusakan mesin *fourdriner*
R72
Kerusakan mesin *second press roll*
R73
Kerusakan mesin *third press roll*
R74
Temperatur uap pemanasan < 150oC
R75
Temperatur *air supply* < 100oC
R76
Kerusakan mesin *vacuum*
R77
Kerusakan *blow box*
R78
Ketajaman pisau *layboy* berkurang
R79
Kerusakan mesin *cutting*
R80
Lembaran pulp terjatuh
R81
Kerusakan *forklift*
R82
Ketidakhadiran operator *forklift*

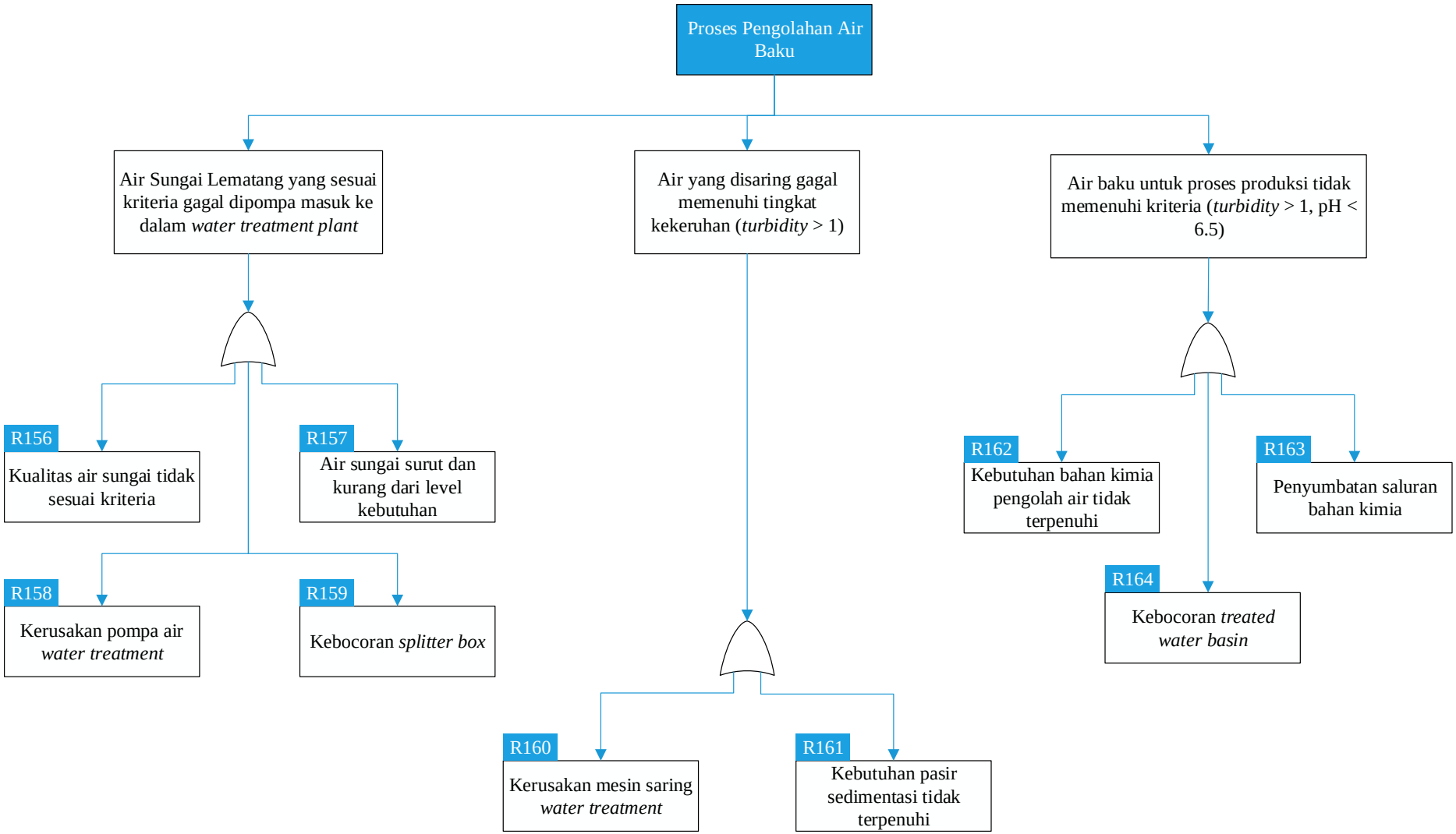

Proses Pengemasan *Pulp*
Produk *pulp* tidak dikemas dengan rapi berbentuk bale
Produk *pulp* tidak dikemas dengan rapi dan tidak label perusahaan sesuai standar
Unit pulp tidak tersusun dengan benar di area *pulp warehouse*
Ukuran bale tidak sesuai dengan kriteria
Pembungkusan dan penumpukan bale tidak sesuai kriteria
Ukuran unit *pulp* tidak sesuai dengan kriteria
Pembungkusan dan penumpukan unit *pulp* tidak sesuai kriteria
R101
Kerusakan *heavy equipment*
R102
Ketidakhadiran operator *heavy equipment*
R103
Posisi penumpukan *bundle pulp* tidak sesuai
R83
Hasil pembungkusan bale tidak rapi
R86
Lembaran *pulp* keluar dari kemasan
R89
Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan
R90
Kerusakan *forklift*
R91
Ketidakhadiran operator *forklift*
R92
Hasil pembungkusan unit produk tidak rapi
R94
Mesin *wrapper* mengalami kerusakan
R95
Label perusahaan tidak tertempel sesuai posisi
R96
Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan
R97
Kerusakan *forklift*
R98
Ketidakhadiran operator *forklift*
R84
Kerusakan mesin timbangan *pulp*
R85
Mesin *balling line* mengalami kerusakan
R87
Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN
R88
Berat bale lebih dari 250kg
R93
Kerusakan mesin timbangan unit *pulp*
R100
Unit *pulp* lebih dari 8 bale
R99
Unit *pulp* kurang dari 8 bale


Proses *Recovery Boiler*
Weak Black Liquor gagal dipekatkan hingga konsentrasi 72% dan tidak dapat dibakar di proses pembakaran
Pembakaran *black liquor* tidak menghasilkan *green liquor* yang sesuai dengan kriteria kualitas dan *steam* tidak dapat menggerakkan *turbine*
R104
Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran
R105
Mesin *evaporator* tidak berfungsi
R106
Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran
Bahan baku reaksi di dalam boiler tidak sesuai kriteria
Kondisi di dalam *boiler* tidak sesuai standar
Peralatan pendukung kinerja *boiler* bermasalah
R108
Salt cake tumpah dari tangki
R107
Persediaan *salt cake* tidak mencukupi
R117
Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi
R111
Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000oC)
R113
Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)
R112
Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400oC)
R114
Smelt terkena percikan air
R115
Windbox tidak berfungsi
R109
Nozzle HBL Spray mengalami kerusakan
R116
Kebakaran pada area *boiler*
R110
Tangki *dissolving* mengalami kebocoran


Proses *Recaust Lime Kiln*
White liquor tidak dihasilkan sesuai kriteria kualitas dan tidak dapat digunakan sebagai bahan proses pemasakan
Lumpur kapur tidak dicuci dan dikeringkan dengan baik untuk dapat digunakan sebagai bahan *white liquor*
R118
Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai
R119
Kerusakan pada mesin *recausticizing*
R120
Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi
R121
Penurunan temperatur udara ambien
R122
Kerusakan mesin *lime kiln*


Proses Pengolahan Oksigen
Udara tidak bersih dari debu dan kotoran, tekanan tidak mencapai 0.54 Mpa, atau temperatur tidak turun sampai 8oC
Udara tidak bersih dari kandungan CO2 dan kandungan moisture
Temperatur udara tidak turun menjadi -172.5oC (titik cair)
Gas oksigen dihasilkan tidak sesuai kriteria kualitas sehingga mengurangi bahan baku proses pemutihan.
R143
Kerusakan mesin pompa udara
R144
Kerusakan mesin saring udara
R145
Kerusakan after cooler
R146
Kerusakan absorber
R147
Kerusakan turbo expander
R148
Kerusakan main heat exchanger
R149
Kerusakan condenser evaporator


Proses Pembangkit Listrik
Steam yang dihasilkan tidak seusai kriteria kualitas untuk dapat menggerakkan *turbine generator*
Turbine generator tidak bergerak dan tidak dapat menghasilkan energi listrik bagi seluruh proses produksi
R150
Kerusakan pada mesin *power boiler*
R151
Media pemanas (pasir) < 500oC
R152
Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi
R153
Tekanan *steam* < 5800 Kpa
R154
Temperatur *steam* < 420oC
R155
Kerusakan pada *turbine generator*


Proses Pengolahan Air Baku
Air Sungai Lematang yang sesuai kriteria gagal dipompa masuk ke dalam *water treatment plant*
Air yang disaring gagal memenuhi tingkat kekeruhan (*turbidity* > 1)
Air baku untuk proses produksi tidak memenuhi kriteria (*turbidity* > 1, pH < 6.5)
R156
Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria
R157
Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan
R158
Kerusakan pompa air *water treatment*
R159
Kebocoran *splitter box*
R160
Kerusakan mesin saring *water treatment*
R161
Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi
R162
Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi
R163
Penyumbatan saluran bahan kimia
R164
Kebocoran *treated water basin*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 2:
VISUAL BASIC FOR APPLICATION
MS. EXCEL CODE

```
Option Explicit

'BACK'
Public LstSht As Worksheet
Sub GoToLast()
   LstSht.Activate
   Range("D8").Select
End Sub

'TOMBOL DI MENU'
Sub Home_Click()
ShHome.Activate
Range("A2").Select
End Sub
Sub ProsesBisnis_Click()
ShProses.Activate
Range("A2").Select
End Sub
Sub Database_Click()
ShDatabase.Activate
Range("A2").Select
End Sub
Sub Update_Click()
ShUpdate.Activate
Range("A2").Select
End Sub
Sub Help_Click()
ShHelp.Activate
Range("A2").Select
End Sub
Sub Exit_Click()
   Dim Answer As VbMsgBoxResult
   Answer = MsgBox("Apakah Anda
setuju untuk keluar dari Dashboard Risiko
Proses Produksi Pulp?", vbYesNo +
vbQuestion + vbDefaultButton2, "Exit")
   If Answer = vbYes Then
     ShHomepage.Activate
   Else
      Exit Sub
   End If
End Sub

'MENU DATABASE'
Sub DaftarRisiko_Click()
ShDaftarRisiko.Activate
Range("A2").Select
End Sub
Sub PenilaianRisiko_Click()
ShRating.Activate
Range("A2").Select
   With Application
      .ScreenUpdating = False
      .DisplayAlerts = False
   End With
Call WarnaRisiko
   With Application
      .ScreenUpdating = False
      .DisplayAlerts = False
   End With
End Sub
   Sub WarnaRisiko()
   Dim i As Long
   Dim Cellku As Long
```

```
    Dim S As Long
    Dim O As Long
    Dim Endcell As Long
    Dim Startcell As Long

    Startcell = 10
    Endcell = Range("i" &
Startcell).End(xlDown).Row
    For i = 10 To Endcell
        Cellku = Range("F" &
Startcell).Value * Range("G" &
Startcell).Value
        S = Range("F" & Startcell).Value
        O = Range("G" & Startcell).Value
        If S = 5 And O = 5 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = 100
            Range("j" & Startcell).Value =
"Extreme"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 5 And O = 4 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = 100
            Range("j" & Startcell).Value =
"Extreme"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 5 And O = 3 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = 100
            Range("j" & Startcell).Value =
"Extreme"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 4 And O = 5 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = 100
            Range("j" & Startcell).Value =
"Extreme"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 5 And O = 2 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbRed
            Range("j" & Startcell).Value =
"High"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 5 And O = 1 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbRed
            Range("j" & Startcell).Value =
"High"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 4 And O = 3 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbRed
            Range("j" & Startcell).Value =
"High"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 4 And O = 4 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbRed
```

```
            Range("j" & Startcell).Value =
"High"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 3 And O = 5 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbRed
            Range("j" & Startcell).Value =
"High"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 4 And O = 2 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbYellow
            Range("j" & Startcell).Value =
"Moderate"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 3 And O = 3 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbYellow
            Range("j" & Startcell).Value =
"Moderate"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 3 And O = 4 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbYellow
            Range("j" & Startcell).Value =
"Moderate"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 2 And O = 4 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbYellow
            Range("j" & Startcell).Value =
"Moderate"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 2 And O = 5 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbYellow
            Range("j" & Startcell).Value =
"Moderate"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        ElseIf S = 1 And O = 5 Then
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbYellow
            Range("j" & Startcell).Value =
"Moderate"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        Else
            Range("j" &
Startcell).Interior.Color = vbGreen
            Range("j" & Startcell).Value =
"Low"
            Range("j" & Startcell).Font.Italic =
True
        End If
            Startcell = Startcell + 1
    Next i

End Sub
    Sub SortRating_Click()
    ShSortRating.Activate
```

```
        With Application
        .ScreenUpdating = False
        .DisplayAlerts = False
        End With

        'pindah tombol

ActiveSheet.Shapes.Range(Array("Group 55", "Group 59", "Group 63")).Select
        Selection.ShapeRange.IncrementLeft 150
        Selection.ShapeRange.IncrementTop -115.5
        'hapus isi sortrating
        Range("D8").CurrentRegion.Select
        Selection.ClearContents

        'buka dan copy dari rating
        ShRating.Select
        Range("D8").CurrentRegion.Select
        Selection.Copy
        Sheets("PLACE TO IN").Select
        Range("A1:A2").Select
        ActiveSheet.Paste
        Rows("3:3").Select
        Application.CutCopyMode = False
        Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
        Range("F4").Select
        Selection.AutoFill Destination:=Range("F4:F" & Range("F" & Rows.Count).End(xlUp).Row)
        Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("PLACE TO IN").Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("PLACE TO IN").Sort.SortFields.Add2 Key:=Range( _
            "F4:F" & Range("F" & Rows.Count).End(xlUp).Row), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlDescending, DataOption:= _
            xlSortNormal

        With ActiveWorkbook.Worksheets("PLACE TO IN").Sort
            .SetRange Range("A4:G" & Range("F" & Rows.Count).End(xlUp).Row)
            .Header = xlGuess
            .MatchCase = False
            .Orientation = xlTopToBottom
            .SortMethod = xlPinYin
            .Apply
        End With
        Rows("3:3").Select
        Selection.Delete Shift:=xlUp
        Range("A1").CurrentRegion.Select
        Selection.Copy
        Sheets("SORT RATING").Select
        Range("D8:D9").Select
        ActiveSheet.Paste
        'balikin tombol
```

```
ActiveSheet.Shapes.Range(Array("Group
63", "Group 59", "Group 55")).Select
    Selection.ShapeRange.IncrementLeft
-150
    Selection.ShapeRange.IncrementTop
115.5
    'hapus placetoin
    Sheets("PLACE TO IN").Select
    Columns("A:I").Select
    Range("A136").Activate
    Selection.Delete Shift:=xlToLeft

    ShSortRating.Activate
    Range("A1").Select
      With Application
      .ScreenUpdating = True
      .DisplayAlerts = True
      End With
  End Sub

  Sub Skala_Click()
  ShSkala.Activate
  Range("A2").Select
  End Sub
  Sub PetaRisiko_Click()
  ShPetaRisiko.Activate
  Range("A2").Select
  End Sub
Sub PerlakuanRisiko_Click()
ShPerlakuanRisiko.Activate
Range("A2").Select
End Sub
  Sub CariPerlakuan()
    Dim KodeRisiko As String
    Dim found As Range

    KodeRisiko =
Application.InputBox("Masukkan kode
risiko", "Perlakuan Risiko", Type:=2)

    Set found =
Range("E:F").Find(What:=KodeRisiko,
LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole)

    If found Is Nothing Then
      MsgBox "Kode risiko tidak
ditemukan"
    Else
      found.Select
    End If

    End Sub


'MENU PROSES BISNIS'
Sub LevelAktivitas_Click()
    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With
ShLvAktivitas.Activate
Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub
```

```
Sub A1_Click()
    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With
ShA1.Activate
Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub
Sub A2_Click()
    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With
ShA2.Activate
Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub
Sub A3_Click()
    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With
ShA3.Activate
Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub
Sub A4_Click()
    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With
ShA4.Activate
Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub

'MENU UPDATE'
Sub TambahRisiko_Click()
ShTambahRisiko.Activate
Range("A2").Select
FormRisiko.Show
    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With
Call MaksNomor

ShTambahRisiko.Activate
Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub
    Sub SubmitRisiko()
```

```
    Dim lastrow As Long

    With Application
    .ScreenUpdating = False
    .DisplayAlerts = False
    End With

        'copy tabel
        ShTambahRisiko.Select
        Range("D15").Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlToRight)).Select
        Selection.Copy
        ShDaftarRisiko.Select
            lastrow =
Range("D8").CurrentRegion.Rows.Count
+ 8
            Range("G" & lastrow).Select
        ActiveSheet.Paste
        ShDaftarRisiko.Range("F" & lastrow)
= ShTambahRisiko.Range("F8")

        'hapus angka
        Range("I" & lastrow).Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft

        Range("J" & lastrow).Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft

        Range("K" & lastrow).Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft

        'copy angka ke nilai
        ShTambahRisiko.Select
        Range("D15").Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlToRight)).Select
        Selection.Copy
        ShRating.Select
        lastrow =
Range("D8").CurrentRegion.Rows.Count
+ 8
        Range("E" & lastrow).Select
        ActiveSheet.Paste
        ShRating.Range("D" & lastrow) =
ShTambahRisiko.Range("F8")

        'hapus tulisan
        Range("F" & lastrow).Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft

        Range("G" & lastrow).Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft

        Range("H" & lastrow).Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft

        'formula RPN
        Range("I" & lastrow).Select
        Application.CutCopyMode = False
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-
3]*RC[-2]*RC[-1]"
        Range("I10").Select
        Selection.AutoFill
Destination:=Range("I10:I" & Range("F"
& Rows.Count).End(xlUp).Row)
        Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

        'warna risiko
        Call WarnaRisiko

        'ke perlakuan risiko
        ShTambahRisiko.Select
        Range("D15").Select
        Range(Selection,
Selection.End(xlToRight)).Select
        Selection.Copy
        ShPerlakuanRisiko.Select
        lastrow =
Range("D8").CurrentRegion.Rows.Count
+ 8
        Range("E" & lastrow).Select
        ActiveSheet.Paste
        ShPerlakuanRisiko.Range("D" &
lastrow) = ShTambahRisiko.Range("F8")

        Range("J177:K" & Range("E" &
Rows.Count).End(xlUp).Row).Select
        Application.CutCopyMode = False
        Selection.Delete Shift:=xlToLeft
        Range("F177:I" & Range("E" &
Rows.Count).End(xlUp).Row).Select
        Selection.ClearContents

    ShTambahRisiko.Select
    Range("A2").Select
    With Application
    .ScreenUpdating = True
    .DisplayAlerts = True
    End With

    End Sub

Sub MaksNomor()
ShDaftarRisiko.Select
Dim i As Long
Dim myValue As String
Dim NumFound As Long
Dim TxtFound As String
Dim r As Long
Dim startrow As Long
Dim lastrow As Long
Dim maks As Long
lastrow = Range("F" &
Rows.Count).End(xlUp).Row
startrow = 10

For r = startrow To lastrow
myValue = Range("F" & r).Value
For i = 1 To VBA.Len(myValue)
    If IsNumeric(VBA.Mid(myValue, i, 1))
Then
```

```
      NumFound = NumFound &
Mid(myValue, i, 1)
   ElseIf Not IsNumeric(Mid(myValue, i,
1)) Then
      TxtFound = TxtFound &
Mid(myValue, i, 1)
   End If
Next i

Range("T" & r).Value = TxtFound
Range("U" & r).Value = NumFound

NumFound = 0
TxtFound = ""

Next r

maks =
WorksheetFunction.Max(Range("U:U")) +
1
Range("V5").Value = "R" & maks

'copy nomormaks
Range("V5").Copy
ShTambahRisiko.Select
Range("F8").Select
ActiveSheet.Paste
With Range("F8")
   .Font.Bold = True
   .HorizontalAlignment = xlCenter
   .VerticalAlignment = xlCenter
   .Interior.ColorIndex = 6
End With
ShDaftarRisiko.Select
Range("M:V").Delete

End Sub

Sub UpdateNilai_Click()
'copy dari rating
Sheets("RATING").Select
Range("D10:I10").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Copy
Sheets("UPDATE NILAI").Select
Range("D10").Select
ActiveSheet.Paste

ShUpdateNilai.Activate
Range("A2").Select
End Sub
   Sub UpdateNilai()
   '
   ' UpdateNilai Macro
      With Application
         .ScreenUpdating = False
         .DisplayAlerts = False
      End With

Sheets("RATING").Range("F10:H173").V
alue = Sheets("UPDATE
NILAI").Range("F10:H173").Value
      With Application
         .ScreenUpdating = True
         .DisplayAlerts = True
      Range("A1").Select
```

```
        MsgBox Prompt:="Data penilaian
risiko telah diperbarui", Title:="Update
Risiko"

        End With
    End Sub
    Sub RekapNilai_Click()
    Call UpdateRekap
    ShRekapNilai.Activate
    Range("A2").Select
    End Sub
Sub UpdateRekap()
    With Application
        .ScreenUpdating = False
        .DisplayAlerts = False
    End With
Call UpdateRekapTanggal
Call UpdateRekapSOD
Call UpdateRekapWarna
    With Application
        .ScreenUpdating = True
        .DisplayAlerts = True
    End With
End Sub

Sub UpdateRekapTanggal()

Dim c As Range

For Each c In
ShRekapNilai.Range("E9:AC9").Cells
    If c.Value = "Tanggal" Then
    c.Value = ShUpdateNilai.Range("J9")
    GoTo Keluar
    End If
Next

Keluar:
End Sub

Sub UpdateRekapSOD()

Dim c As Range
Dim i As Integer

For Each c In
ShRekapNilai.Range("E11:AC11").Cells
    If c.Value = "" Then
    i = c.Column

    ShUpdateNilai.Select
    Range("F10").Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlToRight)).Select
    Selection.Copy
    ShRekapNilai.Select
    ShRekapNilai.Cells(11, i).Select
    ActiveSheet.Paste

    GoTo Keluar
    End If
Next

Keluar:
End Sub
```

```
Sub UpdateRekapWarna()
Dim i As Long
Dim y As Long
Dim O As Long
Dim S As Long
Dim Cellku As Long
Dim Endcell As Long
Dim Startcell As Long
Dim c As Range

Startcell = 10
Endcell = Range("i" &
Startcell).End(xlDown).Row
For Each c In
ShRekapNilai.Range("E11:AC11").Cells
If c.Value = "" Then
y = c.Column
S = y - 4
O = y - 3

   For i = 11 To Endcell
      Cellku = Cells(i, O).Value * Cells(i,
S).Value
      If Cells(i, S).Value = 5 And Cells(i,
O).Value = 5 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = 100
         Cells(i, y).Value = "Ext"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 5 And
Cells(i, O).Value = 4 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = 100
         Cells(i, y).Value = "Ext"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 5 And
Cells(i, O).Value = 3 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = 100
         Cells(i, y).Value = "Ext"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 4 And
Cells(i, O).Value = 5 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = 100
         Cells(i, y).Value = "Ext"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 5 And
Cells(i, O).Value = 2 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = vbRed
         Cells(i, y).Value = "High"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 5 And
Cells(i, O).Value = 1 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = vbRed
         Cells(i, y).Value = "High"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 4 And
Cells(i, O).Value = 3 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = vbRed
         Cells(i, y).Value = "High"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 4 And
Cells(i, O).Value = 4 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = vbRed
         Cells(i, y).Value = "High"
         Cells(i, y).Font.Italic = True
      ElseIf Cells(i, S).Value = 3 And
Cells(i, O).Value = 5 Then
         Cells(i, y).Interior.Color = vbRed
         Cells(i, y).Value = "High"
```

```
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        ElseIf Cells(i, S).Value = 4 And
Cells(i, O).Value = 2 Then
            Cells(i, y).Interior.Color =
vbYellow
            Cells(i, y).Value = "Med"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        ElseIf Cells(i, S).Value = 3 And
Cells(i, O).Value = 3 Then
            Cells(i, y).Interior.Color =
vbYellow
            Cells(i, y).Value = "Med"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        ElseIf Cells(i, S).Value = 3 And
Cells(i, O).Value = 4 Then
            Cells(i, y).Interior.Color =
vbYellow
            Cells(i, y).Value = "Med"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        ElseIf Cells(i, S).Value = 2 And
Cells(i, O).Value = 4 Then
            Cells(i, y).Interior.Color =
vbYellow
            Cells(i, y).Value = "Med"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        ElseIf Cells(i, S).Value = 2 And
Cells(i, O).Value = 5 Then
            Cells(i, y).Interior.Color =
vbYellow
            Cells(i, y).Value = "Med"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        ElseIf Cells(i, S).Value = 1 And
Cells(i, O).Value = 5 Then
            Cells(i, y).Interior.Color =
vbYellow
            Cells(i, y).Value = "Med"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        Else
            Cells(i, y).Interior.Color = vbGreen
            Cells(i, y).Value = "Low"
            Cells(i, y).Font.Italic = True
        End If
    Next i

GoTo Keluar
End If
Next

Keluar:
End Sub

    Sub GrafikNilai_Click()
    ShGrafikNilai.Activate
    Range("A2").Select
    End Sub
        Sub CariGrafik()
        Dim KodeRisiko As String
        Dim found As Range

        KodeRisiko =
Application.InputBox("Masukkan kode
risiko", "Grafik Rekapitulasi Nilai Risiko",
Type:=2)

        Set found =
Range("D:P").Find(What:=KodeRisiko,
LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole)
```

```
        If found Is Nothing Then
            MsgBox "Kode risiko tidak
ditemukan"
        Else
            found.Select
        End If

        End Sub

Sub UpdatePerlakuan_Click()
'copy dari rating
Sheets("PERLAKUAN").Select
Range("D10:I10").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Copy
Sheets("UPDATE PERLAKUAN").Select
Range("D10").Select
ActiveSheet.Paste

ShUpdatePerlakuan.Activate
Range("A1").Select
End Sub
    Sub UpdatePerlakuan()
    '
    ' UpdatePerlakuan Macro
        With Application
            .ScreenUpdating = False
            .DisplayAlerts = False
        End With
'
Sheets("PERLAKUAN").Range("F10:H17
3").Value = Sheets("UPDATE
NILAI").Range("F10:H173").Value

ShUpdatePerlakuan.Range("D8").Current
Region.Select
        Selection.Copy
        ShPerlakuanRisiko.Select
        Range("D8").Select
        ActiveSheet.Paste
        With Application
            .ScreenUpdating = True
            .DisplayAlerts = True
        End With
    ShUpdatePerlakuan.Activate
    Application.CutCopyMode = False
    Range("A1").Select
    MsgBox Prompt:="Data perlakuan
risiko telah diperbarui", Title:="Update
Perlakuan Risiko"

    End Sub


Option Explicit

Sub Update()

Dim i As Long
Dim LastRowP As Long
Dim lastrow As Long

Dim Cell As Range
'i = nomor proses
```

```
For i = 1 To 52
   For Each Cell In Bantuan
   If Bantuan = i Then

ShTambahRisiko.Range("G10").Value =
Shrefer.Range("A" & i).Value
      ShDaftarRisiko.Select
      Range("E9:J9").Select
      ActiveCell.Offset(i, 0).Select
      lastrow =
Range("D8").CurrentRegion.Rows.Count
+ 8
         LastRowP = Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Rows.Count
         Rows(LastRowP + 9).Select
         Selection.Insert Shift:=xlDown,
CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
         Range("G17").Select
   End If
   Next Cell
Next i


      'copy tabel
      ShTambahRisiko.Select
      Range("D15").Select
      Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
      Range(Selection,
Selection.End(xlToRight)).Select
      Selection.Copy
      ShDaftarRisiko.Select
         lastrow =
Range("D8").CurrentRegion.Rows.Count
+ 8
         Range("G" & lastrow).Select
      ActiveSheet.Paste


End Sub

Sub Tabel1()

Dim i As Long
Dim LastRowP As Long
Dim LastB
'i = nomor proses

For i = 1 To 52
   If
ShTambahRisiko.Range("G10").Value =
Shrefer.Range("A" & i).Value Then
   ShDaftarRisiko.Select
   Range("D9").Select
   ActiveCell.Offset(i + 1 + LastRowP,
0).Select
   Selection.Range = Range("D" & LastB)
   Rows(LastB).Select
      Selection.Insert Shift:=xlDown,
CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
   End If
Next i

End Sub

Sub Macro4()

   ActiveCell.Offset(1,
0).Range("A1:A7").Select
End Sub
```

```
Sub Macro5()
'
' Macro5 Macro

End Sub
Sub Macro6()
   Range("D9").Select
   ActiveCell.Offset(0,
1).Range("A1:F1").Select
End Sub

Sub TabelUpdate()

Dim Startcell As Long
Dim LastRowP As Long
Startcell = 9
Dim i As Long

For i = 1 To 52
      If
ShTambahRisiko.Range("G10").Value =
Shrefer.Range("A" & i).Value Then
      ShDaftarRisiko.Select
      Range("E9").Select
      Do Until ActiveSheet.Range("K" &
Startcell).Value = i
      Startcell = Startcell + 1
      ActiveCell.Offset(1, 0).Select
      Loop
      LastRowP = ActiveCell.Row
      Rows(LastRowP).Select
      Selection.Insert Shift:=xlDown,
CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
      End If
Next i
End Sub

Sub UpdateTabel()

Dim i As Long
Dim y As Long
Dim LastRowP As Long

y = 1

For i = 1 To 52
If ShTambahRisiko.Range("G10").Value
= Shrefer.Range("A" & i).Value Then
ShDaftarRisiko.Select
Range("D9").Select
Do Until y = i + 2
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
y = y + 1
Loop
LastRowP = ActiveCell.Rows.Count + 8
Rows(LastRowP).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown,
CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
End If

'copy tabel
lastrow =
Range("D8").CurrentRegion.Rows.Count
+ 8
Range("G" & lastrow).Select
```

```
ActiveSheet.Paste
Next i
End Sub
```

LAMPIRAN 3: KUESIONER PENILAIAN RISIKO

KUESIONER TUGAS AKHIR

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Karyawan
PT Pulp and Paper
di tempat

Dengan hormat,

Bersama dengan ini saya memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk meluangkan waktu mengisi kuesioner penelitian saya. Kuesioner ini akan digunakan sebagai data penelitian oleh:

Nama : Odilia Indira Saraswati
NRP : 02411640000041
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Program Studi : Teknik Industri

Penelitian ini berjudul **"Perancangan Sistem Manajemen Risiko *Core Business Process* Berbasis ISO 31000:2018 pada Industri *Pulp And Paper*".** Penelitian ini berkaitan dengan proses identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko pada aktivitas perusahaan yang berhubungan dengan proses produksi *pulp*. Sehingga, diharapkan Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian terkait risiko melalui kuesioner ini supaya tingkat risiko dapat diketahui guna proses penelitian selanjutnya.

Bapak/Ibu diharapkan untuk mengisi data identitas pada bagian yang telah disediakan. Selanjutnya, Bapak/Ibu dapat mengisi kuesioner ini dengan memberikan penilaian risiko dengan cara mengisi angka skala 1 sampai 5 sesuai keterangan yang telah ditampilkan pada kolom *severity, occurrence,* dan *detection* untuk setiap risiko.

Berikut ini merupakan pengertian dan skala dari *severity, occurrence,* dan *detection* yang digunakan sebagai bahan pengisian kuesioner.

Severity **:** tingkat keseriusan dampak atau konsekuensi yang timbul apabila risiko terjadi

Severity		
Kategori	Deskripsi	Rating (S)
Extreme	Risiko dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi (seluruh proses produksi berhenti beroperasi dan dapat membahayakan keselamatan)	5
Heavy	Risiko dapat menimbulkan gangguan besar terhadap proses produksi (memberikan dampak pada sebagian besar proses, produk yang dihasilkan tidak sesuai standar kualitas dan perlu pengulangan beberapa proses produksi)	4
Medium	Risiko dapat menimbulkan gangguan sedang terhadap proses produksi (memberikan dampak pada beberapa proses, produk yang dihasilkan di bawah standar kualitas dan perlu pengulangan proses terkait)	3
Light	Risiko dapat menimbulkan gangguan ringan terhadap proses produksi (memberikan dampak pada proses terkait, produk yang dihasilkan sedikit di bawah standar kualitas namun masih dapat diperbaiki)	2
Insignificant	Risiko dapat menimbulkan gangguan ringan yang tidak berdampak signifikan pada target jumlah dan kualitas produksi.	1

Occurrence **:** tingkat kemungkinan penyebab risiko atau kegagalan terjadi

Occurrence		
Kategori	Deskripsi	Rating (O)
Almost certain	Penyebab risiko sering terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 minggu hingga 3 bulan yang lalu)	5
May occurred	Penyebab risiko dapat terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 3 bulan hingga 1 tahun yang lalu)	4
Not common but can be occurred	Penyebab risiko memiliki kemungkinan untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 1 tahun hingga 2 tahun yang lalu)	3
Unlikely	Penyebab risiko memiliki kemungkinan kecil untuk terjadi (berdasarkan pengalaman terjadi dalam interval 2 tahun hingga 3 tahun yang lalu)	2
Much less likely	Penyebab risiko hampir tidak pernah terjadi (berdasarkan pengalaman tidak pernah terjadi dalam kurun waktu 3 tahun yang lalu)	1

Detection **:** tingkat kemungkinan kontrol risiko yang tersedia dapat mendeteksi timbulnya risiko atau kegagalan

Detection		
Kategori	Deskripsi	Rating (D)
Almost Impossible	Sistem pengecekan tidak memiliki kemungkinan dapat mendeteksi risiko	5
High	Sistem pengecekan memiliki peluang rendah dapat mendeteksi risiko	4
Moderate	Sistem pengecekan memiliki peluang sedang dapat mendeteksi risiko	3
Low	Sistem pengecekan memiliki peluang tinggi dapat mendeteksi risiko	2
Almost certain	Sistem pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi risiko	1

Berikut ini merupakan contoh pengisian kuesioner untuk nilai *occurrence* (O), *severity* (S), dan *detection* (D).

Contoh pengisian:

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A1	**Proses Pengolahan *Raw Material***								
A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*	R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	Kayu tidak dapat masuk ke proses produksi	3	Kesalahan dari pihak *supplier* kayu	4	Pengecekan oleh *log checker* sesuai dokumen Spesifikasi *Log*	2

KUESIONER PENILAIAN RISIKO

Nama : _____ Departemen : _____

Usia : _____ Jabatan : _____

Lama bekerja : _____

Bapak/Ibu dimohon untuk menilai risiko sesuai dengan kriteria yang telah dicantumkan sebelumnya dengan skala 1-5.

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A1	**Proses Pengolahan *Raw Material***								
A1.1.1	Pengiriman kayu ke *wood yard*	R1	Kriteria kualitas kayu yang dikirimkan tidak terpenuhi	Kualitas *pulp* tidak sesuai standar Kayu tidak dapat masuk proses produksi, pengiriman kembali ke *supplier*		Kesalahan pengiriman dari pihak *supplier* kayu		Pengecekan oleh *log checker* sesuai dokumen Spesifikasi *Log*	
		R2	*Logging truck* mengalami kerusakan	Kayu tidak dapat masuk ke area *wood yard*		Kurangnya prosedur perawatan pada *logging truck* oleh *supplier*		Pengecekan oleh *truck driver* dan divisi *transportation* pada pintu masuk *wood yard*	
		R3	Kayu terjatuh dari tumpukan dalam *logging truck*	Kayu yang masuk ke dalam area *wood yard* berkurang		Ikatan tali kayu terlepas sebelum masuk area *wood*		Pengecekan kondisi tali pengikat kayu dan tumpukan kayu	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
						yard, truk kelebihan muatan		oleh divisi *transportation*	
		R4	Ketidakhadiran *log checker* saat kayu tiba	Waktu penerimaan kayu menjadi tertunda		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain Pengiriman kayu tidak sesuai jadwal		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Wood Yard Unit Head*	
A1.1.2	Penimbangan kayu	R5	Pengukuran berat dengan *truck scale* tidak akurat	Berat kayu yang masuk ke dalam area *wood yard* tidak sesuai kebutuhan		*Truck scale* mengalami gangguan sistem kalibrasi, kurangnya prosedur perawatan pada *truck scale*		Pengecekan oleh *truck scale operator* dan MMD	
		R6	Berat kayu yang masuk tidak sesuai dengan *form request*	Jumlah kayu yang masuk ke proses selanjutnya berkurang Waktu penerimaan kayu menjadi tertunda		Kesalahan dari pihak supplier kayu		Penimbangan kayu yang masuk dengan menggunakan *truck scale*	
		R7	Kayu terjatuh dalam proses penimbangan	Jumlah kayu yang ditimbang tidak sesuai		Tumpukan kayu dalam *logging truck overload*, ikatan kayu terlepas		Pengecekan kondisi tumpukan kayu oleh *truck scale operator* sebelum	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
								dilakukan penimbangan	
		R8	Ketidakhadiran *truck scale operator*	Waktu penimbangan kayu tertunda		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Wood Yard Unit Head*	
A1.1.3	Bongkar muat kayu ke *deck* penerimaan	R9	*Heavy equipment* CWD1 mengalami kerusakan	Kayu tidak dapat tersusun dengan baik		Kurangnya prosedur perawatan pada *heavy equipment* CWD1		Pengecekan berkala oleh MMD	
		R10	Ketidakhadiran *heavy equipment* CWD1 operator	Waktu penumpukan kayu tertunda		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Unloading Inspector*	
		R11	Slot kosong pada *storage area* tidak mencukupi	Waktu penumpukan dan pengeringan kayu tertunda		Jadwal pengiriman kayu yang berubah, jumlah produksi yang berubah		Pengontrolan proses bongkar muat oleh *Unloading Inspector*	
		R12	Kayu terjatuh di luar area penumpukan	Pengulangan proses penumpukan kayu untuk kayu yang jatuh		*Human error* pada *heavy equipment operator*		Pengontrolan proses bongkar muat oleh *Unloading Inspector*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
				Pendataan kayu menjadi kurang teratur		*Heavy equipment* mengalami gangguan kontrol		Pengecekan berkala oleh MMD	
A1.1.4	Pengeringan kayu	R13	Tingkat kekeringan kayu tidak sesuai	Kualitas kayu yang masuk ke *chip handling* tidak memenuhi kriteria		Pendataan jadwal pengeringan kayu yang tidak tepat oleh *wood yard inspector*		Sensor kelembapan kondisi kayu	
		R14	Kayu terkena air hujan	Waktu pengeringan kayu menjadi tertunda		Hujan turun langsung membasahi kayu		Tidak terdapat alat pendeteksi hujan dan tindakan preventif lainnya	
		R15	Kayu terjatuh dari tumpukan kayu	Penataan kembali tumpukan kayu yang jatuh, identitas waktu kayu dapat berubah		Penataan kayu yang kurang tepat pada saat bongkar muat		Pengontrolan terhadap area penumpukan kayu oleh *wood yard inspector*	
A1.2.1.1	Pengiriman *log* ke *debarking drum*	R16	*Heavy equipment* CWD2 mengalami kerusakan	Pengangkutan kayu menuju *log chain conveyor* tidak dapat dilakukan		Kurangnya prosedur perawatan pada *heavy equipment* CWD2		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R17	*Log chain conveyor* mengalami kemacetan	*Log* tidak dapat masuk ke *debarking drum*		Kurangnya prosedur perawatan pada *log chain conveyor*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R18	Ketidakhadiran operator *heavy equipment* CWD2	Pengangkutan kayu menuju *log chain conveyor* tidak dapat dilakukan		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Chip Handling Unit Head*	
A1.2.1.2	Pembersihan *log* dan peralatan dengan air	R19	Air tidak mengalir ke dalam proses pembersihan	Kotoran yang menempel akan masuk ke dalam proses pengulitan		Kotoran masuk ke dalam saluran dan mengganggu sirkulasi *water basin*		Pengontrolan kayu dengan sistem kontrol *chip handling*	
A1.2.1.3	Pengulitan *log* dengan *debarking drum*	R20	*Debarking drum* mengalami kerusakan	Proses pengulitan *log* tidak dapat dilakukan		Kurangnya prosedur perawatan pada *debarking drum*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R21	Kondisi kayu terlalu basah atau kering	Kualitas pengulitan kayu berkurang		Kondisi di *wood yard* yang mempengaruhi kelembaban kayu		Sensor kelembapan untuk mengatur kecepatan pemotongan sesuai kondisi kayu	
A1.2.1.4	Transfer *log* ke mesin *chipper*	R22	*Belt conveyor 1* mengalami kemacetan	*Log* tidak dapat masuk ke mesin *chipper*		Kurangnya prosedur perawatan pada *belt conveyor 1*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
						Kotoran dan lumpur masuk ke bagian bawah *conveyor*		Pembersihan bagian bawah *conveyor* secara berkala	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A1.2.1.5	Pengiriman *bark* ke *hog pile*	R23	*Transporting conveyor 1* mengalami kemacetan	*Bark* tidak dapat masuk ke *hog pile*		Kurangnya prosedur perawatan pada *transporting conveyor 1*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
						Kotoran dan lumpur masuk ke bagian bawah *conveyor*		Pembersihan bagian bawah *conveyor* secara berkala	
A1.2.2.1	Pemotongan *log*	R24	Material non kayu masuk ke dalam mesin	Timbulnya kerusakan pada mesin *disk chipper*, kualitas kayu berkurang		Logam dan kotoran masih menempel pada tumpukan kayu		Deteksi oleh sistem detektor logam	
		R25	Ketidak sesuaian ukuran *chip*	*Chip* akan masuk ke proses *re-cutting*		Ketidakakuratan ukuran potong dari *chipper*		Pengontrolan kayu dengan sistem kontrol *chip handling*	
		R26	Kerusakan mesin *disk chipper*	Proses pemotongan *log* terganggu		Kurangnya prosedur perawatan pada *disk chipper*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
						Material non kayu masuk ke dalam mesin			
						Kayu tersumbat di *chipper*			

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R27	Ketajaman pisau *chipper* berkurang	*Log* tidak dapat terpotong dengan baik		Pisau melebihi batas umur penggunaan, penggantian pisau tidak dilakukan sesuai umur pisau		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R28	Kebakaran pada pada area potong	*Log* terbakar		Timbulnya percikan api saat mesin beroperasi		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
				Mesin *disk chipper* rusak					
A1.2.2.2	Pengiriman *chip* ke *vibrating screen*	R29	*Reclaiming conveyor* mengalami kemacetan	*Chip* tidak dapat masuk ke *vibrating screen*		Kurangnya prosedur perawatan pada *reclaiming conveyor*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
						Kayu masuk dan memenuhi bagian bawah *conveyor*		Pembersihan bagian bawah *conveyor* secara berkala	
A1.2.2.3	Pengiriman *saw dust* ke *hog pile*	R30	*Transporting conveyor 2* mengalami kemacetan	*Saw dust* tidak dapat masuk ke *hog pile*		Kurangnya prosedur perawatan pada *transporting conveyor 2*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A1.2.3.1	Pengayakan serpih kayu	R31	Kerusakan *vibrating screen*	Proses pengayakan *chip* menjadi tidak sempurna		Kurangnya prosedur perawatan pada *vibrating screen*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R32	*Chip* memiliki ukuran *oversize*	Terdapat penambahan waktu *screening* karena *chip* harus melewati proses *re-screening*		Proses pemotongan *chip* dengan *disk chipper* kurang sempurna		Pengecekan ukuran *chip* dengan menggunakan sensor pada *vibrating screen*	
		R33	*Chip* memiliki ukuran *undersize*	*Chip* akan dikirimkan ke *hog pile* Jumlah *chip* akan berkurang		Proses pemotongan *chip* dengan *disk chipper* kurang sempurna		Pengecekan ukuran *chip* dengan menggunakan sensor pada *vibrating screen*	
A1.2.3.2	Pengiriman *accepted chips*	R34	*Boom stacker conveyor 1* mengalami kemacetan	Waktu pengiriman *accepted chips* menjadi tertunda		Kurangnya prosedur perawatan pada *boom stacker conveyor 1*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A1.2.3.3	Pengiriman *fines* dan *saw dust*	R35	*Transporting conveyor 3* mengalami kemacetan	Waktu pengiriman *fines* dan *saw dust* menjadi tertunda		Kurangnya prosedur perawatan pada *transporting conveyor* 3		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A1.2.4	Penyimpanan *chip*	R36	*Chip stack* mengalami kemacetan	Posisi penyimpanan *chip* pada *chip yard* tidak sesuai		Kurangnya prosedur perawatan pada *chip stack*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R37	*Boom stacker conveyor 2* mengalami kemacetan	Waktu penyimpanan *chip* menjadi tertunda		Kurangnya prosedur perawatan pada *boom stacker conveyor 2*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2	**Proses *Fiber Line***								

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A2.1.1.1	Persiapan dan pengaturan laju produksi	R38	Ukuran *chip* yang masuk *oversize*	*Chip* akan di*reject* dan dibawa ke *hog pile*		Hasil proses *screening* CWD kurang sempurna		Pengecekan dan kontrol oleh sistem kontrol *digester*	
		R39	Kerusakan *air lock feeder*	*Chip* tidak dapat masuk ke *digester* Pendistribusian *chip* di dalam *chip bin* menjadi tidak rata		Kurangnya prosedur perawatan pada *air lock feeder*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R40	Kerusakan *chip bin*	*Chip* tidak memiliki panas yang cukup untuk proses pemasakan		Kurangnya prosedur perawatan pada *chip bin*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R41	Kerusakan *chip meter*	Laju produksi pada proses pemasakan tidak terkontrol		Kurangnya prosedur perawatan pada *chip meter*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.1.1.2	Penetrasi bahan kimia (impregnasi)	R42	Penetrasi cairan pemasakan terlalu cepat	Tingkat pemasakan *pulp* tidak seragam dan tidak mencapai standar *pulp*		Kurangnya konsentrasi cairan pemasak		Pengontrolan cairan pemasak dengan sistem kontrol *digester*	
		R43	Temperatur penetrasi terlalu tinggi	Tingkat pemasakan *pulp* tidak seragam dan tidak mencapai standar *pulp*		Kurangnya volume cairan pemasak		Pengontrolan penetrasi dengan sistem kontrol *digester*	
		R44	Rasio antara bahan kimia dan kayu tidak sesuai	Tingkat pemasakan *pulp* tidak seragam		Kurangnya akurasi perhitungan dan		Pengontrolan penetrasi dengan	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
				dan tidak mencapai standar *pulp*		pemilihan proporsi bahan kimia		sistem kontrol *digester*	
		R45	Kerusakan mesin impregnasi	Cairan pemasak tidak dapat masuk ke dalam *chip*		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin impregnasi		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.1.1.3	Ekstraksi	R46	Kerusakan saringan ekstraksi	*Fiber/selulosa* tertinggal di dalam *pulp*		Kurangnya prosedur perawatan pada saringan ekstraksi		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R47	Penyumbatan saluran ekstraksi	Aliran *pulp* tidak dapat mengalir menuju saluran ekstraksi		Peningkatan perbedaan tekanan dalam saluran		Pengontrolan dengan *pressure drop*	
A2.1.1.4	Pencucian *unbleached pulp*	R48	Kerusakan *pressure diffuser*	Pencucian *pulp* tidak dapat dilakukan pada *digester*		Kurangnya prosedur perawatan pada *pressure diffuser*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R49	Penyumbatan saringan sirkulasi	Cairan pencuci tidak dapat mengalir ke *unbleached pulp*		Kotoran masuk dan terbawa pada *pulp*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R50	Penyumbatan *outlet device*	*Unbleached pulp* tidak dapat keluar dari *digester*		Kotoran masuk dan terbawa pada *pulp*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A2.1.2.1	Penyaringan *pulp*	R51	Kerusakan mesin *knotter*	*Knot* masih menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *knotter*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R52	Kerusakan mesin *primary screen*	*Sieves* menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *primary screen*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R53	Kerusakan mesin *secondary screen*	*Sieves* menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *secondary screen*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R54	Kerusakan mesin *tertiary screen*	*Sieves* menempel pada *pulp* dan mengurangi kualitas *pulp*		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *tertiary screen*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.1.2.2	Pencucian *pulp*	R55	Cairan filtrat bertekanan berhenti mengalir	Cairan filtrat tidak dapat masuk untuk mengurangi konsistensi *pulp*		Kurangnya tekanan ke bawah pada aliran filtrat oleh mesin		Pengontrolan cairan filtrat dengan sistem kontrol *digester*	
		R56	Kerusakan mesin *twin roll press*	*Pulp* tidak dapat diencerkan dan dibersihkan untuk mencapai target konsistensi		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *twin roll press*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A2.1.2.3	Delignifikasi Oksigen	R57	*Steam* gagal diinjeksikan dengan maksimal	*Pulp* tidak dapat dipanaskan		Gangguan kontrol pada *mixer* kedua		Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*	
		R58	Oksigen gagal diinjeksikan pada *pulp*	Reaksi oksigen tidak dapat berjalan		Gangguan kontrol pada *mixer* pertama		Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*	
		R59	Peningkatan tekanan dalam reaktor	Ledakan pada reaktor oksigen		Tekanan reaksi oksigen yang meningkat		Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*	
		R60	Terjadinya *channeling*	Waktu *pulp* bertahan di dalam reaktor menjadi berkurang, sehingga oksigen yang masuk juga berkurang		Aliran *pulp* tidak merata dan tidak stabil		Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*	
		R61	Tekanan dalam *blow tank* meningkat	*Pulp* tidak dapat masuk ke dalam *blow tank* sehingga penambahan oksigen terganggu		*Fan* pembuangan gagal menjaga tekanan dalam *blow tank*		Pengontrolan delignifikasi dengan sistem kontrol *digester*	
		R62	Kerusakan *medium concentration pump* (MCP)	*Pulp* tidak dapat dipompa ke proses pemutihan		Kurangnya prosedur perawatan pada MCP		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A2.1.2.4	Pemutihan *pulp*	R63	Jumlah *hot water* yang tersedia kurang dari kebutuhan proses	Kotoran dan kontaminan masih terkandung di dalam *pulp*		Kurangnya kualitas proses pada *water treatment plant*		Pengontrolan cairan pemasak dan kayu dengan sistem kontrol *digester*	
		R64	Mesin *bleaching* mengalami kerusakan	Proses pemutihan tidak dapat dijalankan		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *bleaching*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R65	Kebutuhan bahan pemutih (ClO_2) tidak terpenuhi	Target kecerahan *pulp* tidak dapat terpenuhi		Kurangnya kualitas proses pembuatan bahan kimia pada *chemical department*		Pengontrolan cairan pemasak dan kayu dengan sistem kontrol *digester*	
		R66	Bahan ekstraksi (NaOH dan oksigen) tidak terpenuhi	Kebutuhan bahan pemutih semakin meningkat, penambahan biaya		Kurangnya kualitas proses pembuatan bahan kimia pada *chemical department*		Pengontrolan cairan pemasak dan kayu dengan sistem kontrol *digester*	
A2.2.1.1	Pembersihan *impurities*	R67	Kerusakan mesin *primary cleaner*	Pembersihan *pulp* tidak maksimal		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *primary cleaner*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R68	Kerusakan mesin *secondary cleaner*	Pembersihan *pulp* tidak maksimal		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *secondary cleaner*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R69	Kerusakan mesin *tertiary cleaner*	Pembersihan *pulp* tidak maksimal		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *tertiary cleaner*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.2.1.2	Penyaringan di *screening*	R70	Kerusakan mesin *screening*	Kotoran yang ada pada *pulp* tidak tersaring		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *screening*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.2.2.1	Pengurangan kadar air *pulp*	R71	Kerusakan mesin *fourdrinier*	Kadar air dalam *pulp* tidak berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *fourdrinier*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R72	Kerusakan mesin *second press roll*	Kadar air dalam *pulp* tidak berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *second press roll*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R73	Kerusakan mesin *third press roll*	Kadar air dalam *pulp* tidak berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *third press roll*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.2.2.2	Pengeringan *pulp*	R74	Temperatur uap pemanasan < 150^{o}C	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar		*Blow box* tidak siap dijalankan ketika proses pengeringan dimulai, pengaturan		Pengontrolan temperatur pengeringan dengan sistem kontrol *pulp machine*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
						temperatur tidak sesuai			
		R75	Temperatur *air supply* < 100^{o}C	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar		*Blow box* tidak siap dijalankan ketika proses pengeringan dimulai, pengaturan temperatur tidak sesuai		Pengontrolan temperatur pengeringan dengan sistem kontrol *pulp machine*	
		R76	Kerusakan mesin *vacuum*	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *vacuum*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R77	Kerusakan *blow box*	Tingkat kekeringan *pulp* tidak sesuai standar *Pulp* tidak dapat terdorong ke mesin *cutting*		Kurangnya prosedur perawatan pada *blow box*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A2.2.2.3	Pemotongan lembaran *pulp*	R78	Ketajaman pisau *layboy* berkurang	Potongan *pulp* tidak rapi		Pisau terlalu lama digunakan, melebihi batas umur penggunaan		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R79	Kerusakan mesin *cutting*	*Pulp* tidak dapat dipotong sesuai ukuran		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *cutting*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R80	Lembaran *pulp* terjatuh dari mesin *forklift*	*Pulp* menjadi rusak		Operator kurang berhati-hati memindahkan lembaran *pulp*		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
		R81	Kerusakan *forklift* PDD1	*Pulp* tidak dapat dipindahkan ke area pengemasan		Kurangnya prosedur perawatan pada *forklift* PDD1		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R82	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD1	Pemindahan *pulp* menuju area pengemasan tidak dapat dilakukan		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
A2.2.3.1	Pengemasan produk *pulp* bentuk bale	R83	Bale *pulp* tidak terbungkus sempurna	Produk akan masuk ke proses pembungkusan ulang		Tumpukan *pulp* tidak diletakkan sesuai posisi		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	
		R84	Kerusakan mesin timbangan bale *pulp*	Ukuran berat *pulp* tidak sesuai standar		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin bale *pulp*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R85	Mesin *balling line* mengalami kerusakan	*Pulp* tidak dapat dikemas *Pulp* tidak dikemas dengan rapi		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *balling line*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R86	Lembaran *pulp* keluar dari kemasan	Bale *pulp* akan di*reject*, pengemasan ulang		Mesin *balling line* mengalami kerusakan		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R87	Tekanan mesin *press* kurang dari 1000kN	Produk tidak sesuai standar kualitas yang ditetapkan		Kerusakan mesin *press*		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	
		R88	Berat bale lebih dari 250kg	Produk tidak sesuai standar kualitas yang ditetapkan		Kesalahan penimbangan bale pada mesin *balling line*		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	
		R89	Bale *pulp* terjatuh dari tumpukan	*Pulp* menjadi rusak		Operator kurang berhati-hati memindahkan lembaran *pulp*		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
		R90	Kerusakan *forklift* PDD2	*Pulp* tidak dapat dipindahkan antar mesin		Kurangnya prosedur perawatan pada *forklift* PDD2		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R91	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD2	Pemindahan *pulp* antar mesin tidak dapat dilakukan		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
A2.2.2.1	Pengemasan produk *pulp* bentuk unit	R92	Unit *pulp* tidak terbungkus sempurna	Pengemasan ulang		Tumpukan *pulp* tidak diletakkan sesuai posisi		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
		R93	Kerusakan mesin timbangan *unit pulp*	Ukuran berat *pulp* tidak sesuai standar		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
						timbangan *unit pulp*			
		R94	Mesin *wrapper* mengalami kerusakan	*Pulp* tidak dapat dikemas *Pulp* tidak dikemas dengan rapi		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *wrapper*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R95	Posisi label perusahaan tidak sesuai	Pengemasan ulang		Pergeseran posisi label pada mesin *wrapper*		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	
		R96	Unit *pulp* terjatuh dari tumpukan	*Pulp* menjadi rusak		Operator kurang berhati-hati memindahkan lembaran *pulp*		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
		R97	Kerusakan *forklift* PDD3	*Pulp* tidak dapat dipindahkan antar mesin		Kurangnya prosedur perawatan pada *forklift* PDD3		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R98	Ketidakhadiran operator *forklift* PDD3	Pemindahan *pulp* antar mesin tidak dapat dilakukan		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
		R99	Unit *pulp* kurang dari 8 bale	Unit *pulp* akan di*reject* dan dikemas ulang		Terjadi kesalahan pada operasi mesin *wrapper*		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	
		R100	Unit *pulp* lebih dari 8 bale	Unit *pulp* akan di*reject* dan dikemas ulang		Terjadi kesalahan pada operasi mesin *wrapper*		Pengecekan produk akhir oleh *pulp machine inspector*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A2.2.2.2	Pengiriman *pulp* ke *pulp warehouse*	R101	Kerusakan *warehouse equipment*	*Pulp* tidak dapat dipindahkan ke *pulp warehouse*		Kurangnya prosedur perawatan pada *warehouse equipment*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R102	Ketidakhadiran operator *warehouse equipment*	*Pulp* tidak dapat dipindahkan ke *pulp warehouse*		Operator sedang mengerjakan pekerjaan lain		Pengawasan dan kontrol langsung oleh Pulp Machine Unit Head	
		R103	Posisi penumpukan *unit pulp* tidak sesuai	Jumlah *pulp* yang dikirimkan ke konsumen tidak tepat		*Human error* oleh operator *heavy equipment* Kesalahan pendataan *unit pulp*		Pengawasan dan kontrol langsung oleh *Pulp Machine Unit Head*	
A3	**Proses Pemulihan Bahan Kimia**								
A3.1.1	Pemekatan *black liquor*	R104	Tangki WBL *Storage* mengalami kebocoran	Jumlah WBL yang tersedia untuk bahan pembakaran akan berkurang Kecepatan aliran dan suhu WBL tidak sesuai standar kualitas (< 900 m^3/h, 50-100^oC)		Kurangnya prosedur perawatan pada tangki WBL *storage* dan korosi akibat reaksi kimia		Pengontrolan kualitas WBL dengan *evaporator control system* setiap 1/8 jam	
		R105	Mesin *evaporator* tidak berfungsi	Konsentrasi *black liquor* < 72%, tidak		Kurangnya prosedur perawatan		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
				dapat dibakar pada proses pembakaran		pada mesin *evaporator*			
		R106	Tangki HBL *Storage* mengalami kebocoran	Jumlah HBL yang tersedia untuk bahan pembakaran akan berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada tangki HBL *storage*, korosi akibat reaksi kimia		Pengontrolan kualitas HBL dengan *evaporator control system* setiap 1/8 jam	
				Tekanan dan suhu HBL tidak sesuai standar kualitas					
				Ledakan pada tangki HBL					
A3.1.2	Pembakaran *black liquor*	R107	Persediaan *salt cake* tidak mencukupi	Konsentrasi *black liquor* yang dihasilkan tidak sesuai standar		Penjadwalan persediaan bahan baku yang kurang tepat		Pengontrolan bahan baku oleh *evaporator operator*	
		R108	*Salt cake* tumpah dari tangki	Persediaan *salt cake* berkurang, menimbulkan korosi pada tangki		Posisi tuang *salt cake* ke dalam tangki yang kurang tepat		Indikator pengisian *salt cake*	
		R109	*Nozzle HBL Spray* mengalami kerusakan	Cairan HBL tidak dapat masuk ke dalam tangki		Kurangnya prosedur perawatan pada HBL Spray		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R110	Tangki *dissolving* mengalami kebocoran	*Green liquor* berkurang karena keluar dari tangki		Kurangnya prosedur perawatan pada tangki *dissolving*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R111	Suhu *charbed* terlalu tinggi (> 11000^{o}C)	Timbul ledakan besar Seluruh proses produksi dihentikan		Terjadi penyumbatan yang menghambat aliran *charbed*		Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*	
		R112	Suhu *boiled water* terlalu tinggi (> 400^{o}C)	Timbul ledakan besar Seluruh proses produksi dihentikan		Ketidakseimbangan suhu dan tekanan di dalam *recovery boiler*		Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*	
		R113	Tekanan dalam *boiler* sangat tinggi (> 75 bar)	Timbul ledakan besar Seluruh proses produksi dihentikan		Ketidakseimbangan suhu dan tekanan di dalam *recovery boiler*		Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*	
		R114	*Smelt* terkena percikan air	Ledakan dalam tangki *recovery boiler*		Temperatur *boiler* tidak terkontrol		Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*	
		R115	*Wind box* tidak berfungsi	Proses pembakaran tidak dapat berjalan		Kurangnya prosedur perawatan pada *winebox* Terdapat kotoran dan debu yang menempel pada *winebox*		Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*	
		R116	Kebakaran pada area *boiler*	Memicu ledakan pada operasi *recovery boiler*		Aktivitas pengelasan dan *maintenance* pada		Sensor kebakaran pada area *boiler*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
						area *recovery boiler*			
		R117	Kebutuhan *weak wash* tidak terpenuhi	*Smelt* tidak dapat dilarutkan menjadi *green liquor*		Cairan hasil pencucian pada *lime kiln* tidak masuk ke *recovery boiler*		Pengontrolan dengan *recovery boiler control system*	
A3.2.1	Pembuatan *white liquor*	R118	Rasio antara batu kapur dengan *green liquor* tidak sesuai	*White liquor* gagal terbentuk		Kesalahan perhitungan dan pemilihan proporsi bahan kimia		Pengontrolan dengan *recausticizing control system*	
		R119	Kerusakan pada mesin *recausticizing*	Pengolahan *green liquor* menjadi *white liquor* tidak dapat dilakukan		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *recausticizing*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R120	Kebutuhan batu kapur tidak terpenuhi	Jumlah *white liquor* tidak memenuhi target produksi		Kurangnya kualitas proses pengolahan batu kapur pada *lime kiln*		Pengontrolan dengan *recausticizing control system*	
A3.2.2	Pencucian *lime mud* (lumpur kapur)	R121	Penurunan temperatur udara ambien	Kapur tidak mendapat energi panas yang membantu proses pengeringan		Kebocoran tangki *lime kiln* Kesalahan kontrol mesin *lime kiln*		Pengontrolan dengan *lime kiln control system*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R122	Kerusakan mesin *lime kiln*	Proses pengeringan *lime mud* tidak dapat berjalan		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin *line kiln*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A4	**Proses Pengadaan Utilitas**								
A4.1.1	Pembuatan ClO_2	R123	Bahan $NaClO_3$ bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal		Sambungan pipa dan *flange* $NaClO_3$ bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
				Gas bahan kimia berkurang		Timbulnya korosi pada pipa			
		R124	Produk *chlorine dioxide* bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal		*Mixing tank chlorine dioxide* bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
				Gas bahan kimia berkurang					
		R125	Ledakan pada area *chlorine dioxide*	Proses produksi terhenti		Reaksi *chlorine dioxide* yang tidak seimbang, terdapat oksigen di dalam sistem yang memicu ledakan		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
				Supply produk HCl terhenti					
		R126	Pipa saluran bahan $NaClO_3$ tersumbat	Kebutuhan bahan Cl_2 tidak terpenuhi		Terjadi ketidakseimbangan		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
						tekanan aliran pada saluran Cl_2			
		R127	Pipa saluran bahan HCl tersumbat	Kebutuhan bahan ClO_2 tidak terpenuhi		Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran Cl_2		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R128	Kerusakan *chlorine dioxide mixing plant*	Proses reduksi $NaClO_3$ tidak dapat dilakukan		Kurangnya prosedur perawatan pada ClO_2 *mixing plant*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A4.1.2	Pembuatan HCl	R129	Bahan H_2 dan Cl_2 bocor	Reaksi kimia HCl tidak berjalan dengan optimal		Sambungan pipa dan *flange* Cl_2 dan ClO_2 bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
				Gas bahan kimia berkurang		Timbulnya korosi pada pipa			
		R130	Produk HCL bocor pada *mixing tank* HCL	Reaksi kimia HCl tidak berjalan dengan optimal		*Mixing tank* HCL bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
				Gas bahan kimia berkurang					
		R131	Ledakan pada area HCl	Proses produksi terhenti		Reaksi HCl yang tidak seimbang, terdapat oksigen di dalam sistem yang memicu ledakan		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
				Supply produk HCl terhenti					

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
		R132	Pipa saluran bahan Cl_2 area HCL tersumbat	Kebutuhan bahan Cl_2 tidak terpenuhi		Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran Cl_2		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R133	Pipa saluran bahan H_2 area HCL tersumbat	Kebutuhan bahan H_2 tidak terpenuhi		Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran H_2		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R134	Kerusakan HCl *mixing plant*	Proses pembuatan HCl tidak dapat dilakukan		Kurangnya prosedur perawatan pada HCl *mixing plant*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A4.1.3	Pembuatan $NaClO_3$	R135	Bahan NaCl bocor	Reaksi kimia $NaClO_3$ tidak berjalan dengan optimal		Sambungan pipa dan *flange* NaCl bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
				Gas bahan kimia berkurang		Timbulnya korosi pada pipa			
		R136	Produk HCL bocor pada *mixing tank* $NaClO_3$	Reaksi kimia *chlorine dioxide* tidak berjalan dengan optimal		*Mixing tank chlorine dioxide* bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
				Gas bahan kimia berkurang					
		R137	Produk $NaClO_3$ bocor	Reaksi kimia *chlorine dioxide*					

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
				tidak berjalan dengan optimal Gas bahan kimia berkurang		*Mixing tank chlorine dioxide* bocor		Pengontrolan dengan detektor kebocoran gas	
		R138	Ledakan pada area $NaClO_3$	Proses produksi terhenti *Supply* produk $NaClO_3$ terhenti		Reaksi $NaClO_3$ yang tidak seimbang, terdapat oksigen di dalam sistem yang memicu ledakan		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R139	Pipa saluran bahan Cl_2 area $NaClO_3$ tersumbat	Kebutuhan bahan NaCl tidak terpenuhi		Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran NaCl		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R140	Pipa saluran bahan H_2 area $NaClO_3$ tersumbat	Kebutuhan bahan H_2O tidak terpenuhi		Terjadi ketidakseimbangan tekanan aliran pada saluran H_2O		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R141	Kebutuhan NaCl dari unit ClO_2 *plant* tidak terpenuhi	Penambahan bahan NaCl cadangan		ClO_2 *plant* tidak menghasilkan produk sesuai target		Pengontrolan dengan *nitrogen pure system*	
		R142	Kerusakan *sodium chlorate mixing plant*	Proses pembuatan $NaClO_3$ tidak dapat dilakukan		Kurangnya prosedur perawatan pada $NaClO_3$ *mixing plant*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A4.1.4.1	Penyaringan dan kompres udara	R143	Kerusakan mesin pompa udara	Udara tidak dapat masuk dalam *oxygen plant*		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin pompa udara		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R144	Kerusakan mesin saring udara	Debu dan kotoran masih terkandung di dalam udara		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin saring udara		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R145	Kerusakan *after cooler*	Temperatur udara tidak cukup rendah untuk masuk ke sistem pemurnian udara		Kurangnya prosedur perawatan pada *after cooler*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
A4.1.4.2	Pemurnian udara	R146	Kerusakan *absorber*	Kandungan CO_2 dan kandungan *moisture* tidak berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada *absorber*		Pengontrolan dengan *Air Purification System Controller*	
A4.1.4.3	Peningkatan tekanan dan penurunan temperatur udara	R147	Kerusakan *turbo expander*	Tekanan udara tidak berhasil dinaikkan untuk masuk ke MHE		Kurangnya prosedur perawatan pada *turbo expander*		Pengontrolan dengan *Booster Expansion System Controller*	
		R148	Kerusakan *main heat exchanger*	Perpindahan panas tidak terjadi, sehingga oksigen masih berbentuk gas		Kurangnya prosedur perawatan pada *main heat exchanger*		Pengontrolan dengan *Booster Expansion System Controller*	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
A4.1.4.4	Penguapan oksigen	R149	Kerusakan *condenser evaporator*	Oksigen murni tidak dapat diuapkan		Kurangnya prosedur perawatan pada *condenser evaporator*		Pengontrolan dengan *Cold box system controller*	
A4.2.1	Pembuatan *steam*	R150	Kerusakan pada mesin *power boiler*	*Steam* tidak dapat dihasilkan untuk menggerakkan turbin		Kurangnya prosedur perawatan pada *power boiler*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R151	Media pemanas (pasir) < 500^{o}C	*Steam* tidak keluar dan tidak dapat menggerakkan turbin		Kesalahan kontrol pada *power boiler*		Pengontrolan dengan *Power Control System*	
		R152	Kebutuhan kulit kayu sebagai bahan bakar tidak terpenuhi	Proses produksi terhenti dan penggunaan solar sebagai cadangan bahan bakar		Keputusan *shut down* pabrik Jumlah produksi kurang dari kapasitas		Pengontrolan dengan *Power Control System*	
A4.2.2	Penggerakan *turbine generator*	R153	Tekanan *steam* < 5800 Kpa	Turbin tidak bergerak untuk menghasilkan listrik		Kesalahan kontrol *turbine generator*		Pengontrolan dengan *Power Control System*	
		R154	Temperatur *steam* < 420^{o}C	Turbin tidak bergerak untuk menghasilkan listrik		Kesalahan kontrol *turbine generator*		Pengontrolan dengan *Power Control System*	
		R155	Kerusakan pada *turbine generator*	Listrik tidak mengalir ke area produksi		Kurangnya prosedur perawatan		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
						pada *turbine generator*			
A4.3.1	Pemompaan air Sungai Z	R156	Kualitas air sungai tidak sesuai kriteria	Air sungai tidak dapat masuk ke dalam proses penyaringan		Terdapat elemen pencemar yang masuk ke dalam sungai		Pengontrolan kualitas air yang masuk oleh *shift water treatment* setiap 1/2 jam	
		R157	Air sungai surut dan kurang dari level kebutuhan	Kebutuhan air tidak terpenuhi		Keadaan musim kemarau Penggunaan air sungai oleh masyarakat sekitar		Pengontrolan level air sungai oleh *shift water treatment* setiap 1/2 jam	
		R158	Kerusakan pompa air *water treatment*	Air tidak dapat masuk dan diolah dalam *water treatment plant*		Kurangnya prosedur perawatan pada pompa air *water treatment*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R159	Kebocoran *splitter box*	Air sungai yang ditampung berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada *splitter box*		Detektor kebocoran pada *water treatment plant*	
A4.3.2	Penyaringan dan sedimentasi air baku	R160	Kerusakan mesin saring *water treatment*	Kualitas air yang masuk tidak memenuhi kriteria kualitas		Kurangnya prosedur perawatan pada mesin saring *water treatment*		Pengecekan dan *maintenance* berkala oleh MMD	
		R161	Kebutuhan pasir sedimentasi tidak terpenuhi	Air masih dalam kondisi keruh (tidak		Terjadi kesalahan pendataan		Pengontrolan kebutuhan bahan	

Kode Proses	Proses	Kode Risiko	Risiko	Dampak Risiko	S	Penyebab Risiko	O	Kontrol Risiko	D
				mencapai target tingkat kekeruhan)		kebutuhan bahan baku pasir		baku oleh *shift water treatment*	
A4.3.3	Penambahan bahan kimia	R162	Kebutuhan bahan kimia pengolah air tidak terpenuhi	Air masih dalam kondisi keruh (tidak mencapai target tingkat kekeruhan)		Terjadi kesalahan pendataan kebutuhan bahan kimia		Pengontrolan kebutuhan bahan baku oleh *shift water treatment*	
		R163	Penyumbatan saluran bahan kimia	Bahan kimia tidak dapat mengalir ke dalam *water basin*		Peningkatan perbedaan tekanan dalam saluran		Pengontrolan dengan *pressure drop*	
						Penimbunan kotoran pada saluran			
		R164	Kebocoran *treated water basin*	Air baku yang ditampung berkurang		Kurangnya prosedur perawatan pada *treated water basin*		Detektor kebocoran pada *water treatment plant*	

Terima kasih atas waktu dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner penilaian risiko untuk keperluan penelitian ini. Penulis berharap Bapak/Ibu berkenan untuk dihubungi kembali apabila dibutuhkan survei lanjutan yang berkaitan dengan penelitian ini.

....., ……..2020

(_____)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS

Odilia Indira Saraswati lahir di Jambi pada tanggal 20 Juli 1998 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Xaverius 1 Palembang, SMP Xaverius 1 Palembang, SMA Negeri 1 Salatiga, hingga jenjang S-1 di Departemen Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi, pelatihan, maupun kegiatan kemahasiswaan. Penulis pernah berkontribusi sebagai Staf Departemen Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS periode 2017/2018 dan Staf Departemen Internal Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK) ITS 2017/2018 pada tahun kedua, Kepala Departemen Kewirausahaan KMK ITS 2018/2019 pada tahun ketiga, dan Asisten Laboratorium Perancangan Sistem dan Manajemen Industri (PSMI) periode 2018/2020 pada tahun ketiga dan keempat. Penulis pernah mendapatkan posisi *Runner-up* pada *President National Business Plan Competition* 2019 yang diadakan oleh Universitas Negeri Jakarta. Penulis juga mendapatkan penghargaan sebagai penerima Djarum Beasiswa Plus Periode 2018/2019 dan telah mengikuti berbagai program pelatihan Beswan Djarum seperti *Character Building* 2018, *Leadership Development* 2019, dan *Nation Building* 2019. Selain itu, penulis juga mengikuti berbagai pelatihan lain seperti LKMM Pra-TD, LKMM TD, LKMW TD, dan KMK *Leadership Training.* Selama perkuliahan, penulis pernah melaksanakan program magang di Divisi *Business and Development* PT Olsera Indonesia Pratama pada tahun 2019, CSP PT Tokopedia pada tahun 2019, dan Divisi *Safety Office* PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper pada tahun 2020. Untuk informasi lebih lanjut, penulis dapat dihubungi melalui jejaring sosial profesional pada tautan linkedin.com/in/odiliasaras atau e-mail dengan alamat odsaras@gmail.com.