



TESIS - TI185401

**KOMBINASI METODE *VALUE STREAM MAPPING* DAN
HOUSE OF RISK GUNA MENGELIMINASI
PEMBOROSAN DALAM UPAYA PENINGKATAN
PRODUKTIVITAS
(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI III A PT.
PETROKIMIA GRESIK (PERSERO))**

**FITRI SURYANTI
02411750042003**

Dosen Pembimbing
DR. ADITHYA SUDIARNO, S.T., M.T.

Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020



TESIS - TI185401

**KOMBINASI METODE *VALUE STREAM MAPPING* DAN
HOUSE OF RISK GUNA MENGELIMINASI
PEMBOROSAN DALAM UPAYA PENINGKATAN
PRODUKTIVITAS
(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI III A PT.
PETROKIMIA GRESIK (PERSERO))**

**FITRI SURYANTI
02411750042003**

Dosen Pembimbing
DR. ADITHYA SUDIARNO, S.T., M.T.

Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020



THESIS - TI185401

**COMBINATION OF VALUE STREAM MAPPING AND
HOUSE OF RISK METHODS TO ELIMINATE WASTE IN
PRODUCTIVITY ENHANCEMENT
(CASE STUDY : PRODUCTION UNIT III A PT.
PETROKIMIA GRESIK (PERSERO))**

**FITRI SURYANTI
02411750042003**

**Supervisor
DR. ADITHYA SUDIARNO, S.T., M.T.**

**Department of Industrial and Systems Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FITRI SURYANTI

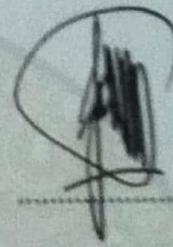
NRP: 02411750042003

Tanggal Ujian: 16 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui oleh:

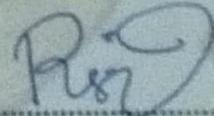
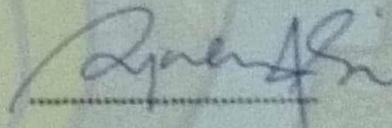
Pembimbing:



1. Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T.
NIP: 198310162008011006

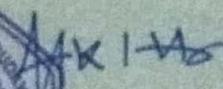
Penguji:

1. Dyah Santhi Dewi, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIP: 197208251998022001
2. Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP: 198001132008122002



Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem




Nurhadi Sawanto, S.T., MSIE., Ph.D.

NIP: 197005231996011001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Suryanti
NRP : 02411750042003
Program Studi : Magister Teknik Industri - ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul

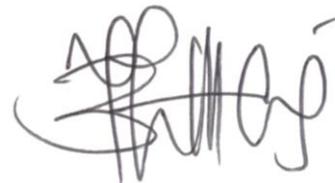
**“KOMBINASI METODE *VALUE STREAM MAPPING* DAN
HOUSE OF RISK GUNA MENGELIMINASI PEMBOROSAN DALAM
UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS
(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI III A PT. PETROKIMIA
GRESIK (PERSERO))”**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 27 Januari 2020

Yang membuat pernyataan



Fitri Suryanti

NRP. 02411750042003

Halaman ini sengaja dikosongkan

**KOMBINASI METODE *VALUE STREAM MAPPING* DAN
HOUSE OF RISK GUNA MENGELIMINASI PEMBOROSAN
DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS
(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI III A PT. PETROKIMIA
GRESIK (PERSERO))**

Nama mahasiswa : Fitri Suryanti
NRP : 02411750042003
Pembimbing : Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T.

ABSTRAK

Perusahaan pupuk nasional bertanggung jawab besar memenuhi kebutuhan pupuk guna memperkuat ketahanan pangan nasional sekaligus mengupayakan ekspor pupuk. PT Pupuk Indonesia (Persero) sebagai induk perusahaan, menyokong hasil produksi dengan membawahi beberapa anak perusahaan. Salah satunya adalah PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG). Namun, pada proses produksi harian di Unit Produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) masih terjadi pemborosan yang menghambat kinerja perusahaan. Pada penelitian ini mengupayakan penerapan *lean manufacturing* dengan pendekatan *nine wastes (E-DOWNTIME)* guna mengeliminasi pemborosan, sehingga produktivitas dapat meningkat. Kombinasi metode VSM dan HOR diterapkan untuk mengidentifikasi adanya pemborosan hingga mengusulkan upaya perbaikan terhadap risiko yang ditimbulkan dari pemborosan di rantai produksi SA, PA, dan ZA. Pengumpulan data dan pengolahan data dilakukan melalui teknik FGD. Hasil penelitian menunjukkan adanya pemborosan *waiting, defect, excess processing*, dan EHS di ketiga rantai produksi tersebut. Di produk SA, teridentifikasi 26 *risk event* dan 24 *risk agent*. Setelah satu alternatif perbaikan terpilih yakni penggantian *spare part* pompa diterapkan, durasi NVA sebesar 32 menit tereduksi. Di produk PA, teridentifikasi 37 *risk event* dan 30 *risk agent*. Setelah tiga alternatif perbaikan terpilih yakni menyediakan *spare chain drag conveyor*, penggantian *body screen* dan penggantian *line rock grinding* diterapkan, durasi NVA sebesar 40 menit tereduksi. Di produk ZA, teridentifikasi 26 *risk event* dan 24 *risk agent*. Setelah dua alternatif perbaikan terpilih yakni penggantian *shaft drum filter* dan penggantian *spare part centrifuge* diterapkan, durasi NVA sebesar 193 menit tereduksi. Unit PA merupakan rantai produksi paling kompleks dibanding dua produk lainnya, sehingga membutuhkan perhatian khusus dari pihak *management* guna menjaga aliran produksi tetap sehat. Mesin/alat korosi, mesin/alat *aging*, mesin/alat rusak dan mesin/alat abrasi merupakan *risk agent* terpilih yang merepresentasikan bahwa mesin-mesin yang beroperasi kerap kali menunjukkan penurunan performansi, sehingga perlu diadakan perbaruan mesin secara bertahap.

Kata kunci: VSM, HOR, *Lean Manufacturing*, *E-DOWNTIME*, Produktivitas

Halaman ini sengaja dikosongkan

**COMBINATION OF VALUE STREAM MAPPING AND
HOUSE OF RISK METHODS TO ELIMINATE WASTE IN
PRODUCTIVITY ENHANCEMENT
(CASE STUDY : PRODUCTION UNIT III A PT. PETROKIMIA
GRESIK (PERSERO))**

By : Fitri Suryanti
Student Identity Number : 02411750042003
Supervisor : Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T.

ABSTRACT

National fertilizer companies are responsible for meeting fertilizer needs to strengthen national food security and fertilizer exports. PT Pupuk Indonesia (Persero) as the holding company, supports production results by supervising several subsidiaries. One of them is PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG). However, in the daily production process in Production Unit III A of PT. Petrokimia Gresik (Persero), there was still waste that was hampering the company's performance. In this study, the endeavor to apply lean manufacturing with the nine wastes (E-DOWNTIME) approach to eliminate waste, so productivity can increase. A combination of VSM and HOR methods is applied to identify wastes and propose remedial efforts to the risks arising from waste on the SA, PA, and ZA production floors. Data collection and data processing is done through FGD techniques. The results showed a waste of waiting, defects, excess processing, and EHS on the three floors of the production. In SA products, 26 risk events and 24 risk agents were identified. After one alternative repair was chosen, namely the replacement of pump parts applied, the duration of the NVA was 32 minutes reduced. In PA products, 37 risk events and 30 risk agents were identified. After three alternative improvements were selected namely providing spare chain drag conveyor, body screen replacement and line rock grinding replacement applied, the NVA duration of 40 minutes was reduced. In ZA products, 26 risk events and 24 risk agents were identified. After two alternative improvements were chosen namely replacement of the drum drum filter and replacement of the centrifuge spare parts applied, the NVA duration of 193 minutes was reduced. The PA unit is the most complex production floor compared to the other two products, so it requires special attention from management to keep production flow healthy. Corrosion machines / tools, aging machines / tools, broken machines / tools and abrasion machines / tools are selected risk agents which represent that operating machines often show a decrease in performance, so that a gradual machine update is needed.

Key words: VSM, HOR, Lean Manufacturing, E-DOWNTIME, Productivity

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan studi pascasarjana di Departemen Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang berjudul “*KOMBINASI METODE VALUE STREAM MAPPING DAN HOUSE OF RISK GUNA MENGELIMINASI PEMBOROSAN DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS (STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI III A PT. PETROKIMIA GRESIK (PERSERO))*”.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membina dan dengan kesabaran memberi petunjuk, saran, serta koreksi sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D, selaku Kepala Departemen Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember;
2. Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen wali selama perkuliahan berlangsung;
3. Serta seluruh dosen di lingkungan Departemen Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember;
4. Pegawai Unit Produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) yang bersedia membantu dan terlibat dalam penelitian ini dari awal hingga akhir;
5. Keluarga besar tercinta (Bapak, Ibuk, Mbak Ndon, Mas, Mbak Siti, Iya, Upi, Kajil, Midi, Didip, dsb) yang tidak mengenal lelah mengingatkan mengenai target kelulusan dengan caranya masing-masing;
6. Segenap teman di konsentrasi Ergonomi dan Keselamatan Kerja yang selalu membantu, menyemangati, dan menghibur selama studi (Adiek, Indra, Kevin, Mbak Mega dan Mbak Novi);
7. Seluruh teman seperjuangan magister tahun ajaran 2017/2018 genap;

8. Seluruh penghuni Residensi Magister Departemen Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember;
9. Para sahabat dari bangku SD hingga S1 yang mayoritas sedang sama-sama berjuang demi kelulusan walau beberapa sudah mendahului wisuda (Fira, Kiki, Heidy, Puput, Arlyn, Sara, Elsa, Inggrit, Novaldy, Ipul, Agus, Tori, Abi, Tyas, dsb).
10. Semua pihak yang belum bisa disebutkan satu per satu dan telah membantu dalam kelancaran penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam tesis ini, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan pelaksanaan penelitian selanjutnya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan pahala atas segala amal yang telah diberikan dan semoga tesis ini berguna baik bagi diri kami sendiri maupun pihak lain yang memanfaatkan.

Surabaya, 27 Januari 2020

Fitri Suryanti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.4.1 Manfaat bagi praktisi	8
1.4.2 Manfaat bagi akademisi	8
1.5 Batasan Masalah	8
1.5.1 Batasan.....	8
1.5.2 Asumsi	9
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	11
2.2 <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	14
2.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	18
2.3.1 SMK3.....	19
2.4 <i>House of Risk (HOR)</i>	21
2.4.1 Tahap HOR1	22
2.4.2 Tahap HOR2.....	23
2.5 Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian.....	24

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Penyusunan Kerangka Penelitian.....	39
3.2 Penjelasan Flowchart Pelaksanaan Penelitian.....	41
3.2.1 Tahap Pengumpulan Data	41
3.2.2 Tahap Pengolahan Data.....	42
3.2.3 Tahap Analisa dan Interpretasi Data	43
3.2.4 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	44
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	45
4.1 Profil Responden.....	45
4.2 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i>	45
4.2.1 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i> Produk SA	46
4.2.2 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i> Produk PA	49
4.2.3 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i> Produk ZA	52
4.3 Penilaian Risiko Terhadap <i>Waste</i> Dengan HOR fase 1	55
4.3.1 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk SA.....	63
4.3.2 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk PA.....	65
4.3.3 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk ZA.....	68
4.3.4 Penilaian Tingkat <i>Occurrence</i> Produk SA.....	71
4.3.5 Penilaian Tingkat <i>Occurrence</i> Produk PA.....	73
4.3.6 Penilaian Tingkat <i>Occurrence</i> Produk ZA.....	76
4.3.7 Perhitungan Nilai ARP Produk SA	78
4.3.8 Perhitungan Nilai ARP Produk PA	80
4.3.9 Perhitungan Nilai ARP Produk ZA.....	82
4.4 Perancangan Alternatif Perbaikan Dengan HOR Fase 2.....	85
4.4.1 Perhitungan <i>Total Effectiveness of Action</i> Produk SA.....	86
4.4.2 Perhitungan <i>Total Effectiveness of Action</i> Produk PA.....	87
4.4.3 Perhitungan <i>Total Effectiveness of Action</i> Produk ZA.....	89
4.4.4 Perhitungan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk SA	90
4.4.5 Perhitungan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk PA	91
4.4.6 Perhitungan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk ZA.....	93
4.5 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i>	95
4.5.1 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i> Produk SA	95
4.5.2 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i> Produk PA	96

4.5.3 Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i> Produk ZA.....	97
BAB 5 ANALISA DAN INTEPRETASI DATA.....	99
5.1 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i>	99
5.1.1 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i> Produk SA.....	99
5.1.2 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i> Produk PA.....	100
5.1.3 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Current State Mapping</i> Produk ZA.....	100
5.2 Analisa Penilaian Risiko Terhadap <i>Waste</i> Dengan HOR fase 1.....	100
5.2.1 Analisa Penilaian <i>Severity, Occurrence</i> , dan ARP Produk SA	101
5.2.2 Analisa Penilaian <i>Severity, Occurrence</i> , dan ARP Produk PA	102
5.2.3 Analisa Penilaian <i>Severity, Occurrence</i> , dan ARP Produk ZA	102
5.3 Analisa Perancangan Alternatif Perbaikan Dengan HOR Fase 2.....	103
5.3.1 Analisa Penilaian <i>Total Effectiveness of Action</i> dan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk SA.....	103
5.3.2 Analisa Penilaian <i>Total Effectiveness of Action</i> dan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk PA.....	104
5.3.3 Analisa Penilaian <i>Total Effectiveness of Action</i> dan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk ZA.....	104
5.4 Analisa Pemilihan Alternatif Perbaikan	105
5.4.1 Analisa Alternatif Perbaikan Terpilih Produk SA	105
5.4.2 Analisa Alternatif Perbaikan Terpilih Produk PA	105
5.4.3 Analisa Alternatif Perbaikan Terpilih Produk ZA.....	106
5.5 Analisa Perbandingan Hasil HOR Terhadap Permasalahan <i>Waste</i> Produk SA, PA, dan ZA	106
5.6 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i>	108
5.6.1 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i> Produk SA.....	108
5.6.2 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i> Produk PA.....	109
5.6.3 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan <i>Future State Mapping</i> Produk ZA.....	109
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	111

6.1 Kesimpulan	111
6.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	115
LAMPIRAN	119
BIODATA PENULIS.....	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh VSM	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Penelitian	39
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Penelitian (Lanjutan).....	40
Gambar 4.1 <i>Current State Mapping</i> Produk SA	47
Gambar 4.2 <i>Current State Mapping</i> Produk PA	50
Gambar 4.3 <i>Current State Mapping</i> Produk ZA	53
Gambar 4.4 Persentase Jumlah <i>Risk Event</i> Produk SA.....	64
Gambar 4.5 Rekapitulasi Nilai <i>Severity of Risk Event</i> Produk SA	65
Gambar 4.6 Persebaran Nilai <i>Severity of Risk Event</i> Produk SA.....	65
Gambar 4.7 Persentase Jumlah <i>Risk Event</i> Produk PA.....	67
Gambar 4.8 Rekapitulasi Nilai <i>Severity of Risk Event</i> Produk PA	68
Gambar 4.9 Persentase Sebaran Nilai <i>Severity</i> Produk PA.....	68
Gambar 4.10 Persentase Jumlah <i>Risk Event</i> Produk ZA.....	70
Gambar 4.11 Rekapitulasi Nilai <i>Severity of Risk Event</i> Produk ZA	70
Gambar 4.12 Persentase Sebaran Nilai <i>Severity</i> Produk ZA	71
Gambar 4.13 Rekapitulasi Nilai <i>Occurrence of Risk Agent</i> Produk SA	73
Gambar 4.14 Persentase Sebaran Nilai <i>Occurrence</i> Produk SA.....	73
Gambar 4.15 Rekapitulasi Nilai <i>Occurrence of Risk Agent</i> PA.....	75
Gambar 4.16 Persentase Sebaran Nilai <i>Occurrence</i> Produk PA.....	75
Gambar 4.17 Rekapitulasi Nilai <i>Occurrence of Risk Agent</i> Produk ZA.....	77
Gambar 4.18 Persentase Sebaran Nilai <i>Occurrence</i> Produk ZA	78
Gambar 4.19 Diagram Pareto <i>Risk Agent</i> Produk SA.....	80
Gambar 4.20 Diagram Pareto <i>Risk Agent</i> Produk PA.....	82
Gambar 4.21 Diagram Pareto <i>Risk Agent</i> Produk ZA.....	85
Gambar 4.22 Diagram Pareto Nilai ETDk Produk SA	91
Gambar 4.23 Diagram Pareto Nilai ETDk Produk PA	93
Gambar 4.24 Diagram Pareto Nilai ETDk Produk ZA	94
Gambar 4.25 <i>Future State Mapping</i> Produk SA	95
Gambar 4.26 <i>Future State Mapping</i> Produk PA.....	96
Gambar 4.27 <i>Future State Mapping</i> Produk ZA.....	97

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi di Unit Produksi III	2
Tabel 1.2 Data Produksi Unit Produksi III A.....	3
Tabel 2.1 VSM <i>Icon</i>	16
Tabel 2.2 VSM <i>Icon</i> (Lanjutan).....	17
Tabel 2.3 VSM <i>Icon</i> (Lanjutan).....	18
Tabel 2.4 HOR 1	22
Tabel 2.5 HOR 2	24
Tabel 2.6 Penelitian terdahulu.....	25
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	26
Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	27
Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	28
Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	29
Tabel 2.11 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	30
Tabel 2.12 Posisi Penelitian	31
Tabel 2.13 Posisi Penelitian (Lanjutan)	32
Tabel 4.1 Profil Responden.....	45
Tabel 4.2 <i>Risk Event</i> Produk SA.....	47
Tabel 4.3 <i>Risk Event</i> Produk SA (Lanjutan)	48
Tabel 4.4 <i>Risk Agent</i> Produk SA.....	48
Tabel 4.5 <i>Risk Event</i> Produk PA.....	50
Tabel 4.6 <i>Risk Event</i> Produk PA (Lanjutan)	51
Tabel 4.7 <i>Risk Agent</i> Produk PA.....	51
Tabel 4.8 <i>Risk Agent</i> Produk PA (Lanjutan).....	52
Tabel 4.9 <i>Risk Event</i> Produk ZA.....	53
Tabel 4.10 <i>Risk Event</i> Produk ZA (Lanjutan).....	54
Tabel 4.11 <i>Risk Agent</i> Produk ZA.....	54
Tabel 4.12 <i>Risk Agent</i> Produk ZA (Lanjutan).....	55
Tabel 4.13 Skala <i>Severity</i>	56
Tabel 4.14 Skala <i>Severity</i> (Lanjutan).....	57
Tabel 4.15 Skala <i>Severity</i> (Lanjutan).....	58
Tabel 4.16 Skala <i>Severity</i> (Lanjutan).....	59
Tabel 4.17 Skala <i>Occurrence</i>	59
Tabel 4.18 Skala <i>Occurrence</i> (Lanjutan).....	60
Tabel 4.19 Skala <i>Occurrence</i> (Lanjutan).....	61
Tabel 4.20 Skala <i>Occurrence</i> (Lanjutan).....	62
Tabel 4.21 Korelasi Antara <i>Risk Event</i> dan <i>Risk Agent</i>	63
Tabel 4.22 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk SA.....	63
Tabel 4.23 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk SA (Lanjutan).....	64
Tabel 4.24 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk PA.....	66
Tabel 4.25 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk PA (Lanjutan).....	67
Tabel 4.26 Penilaian Tingkat <i>Severity</i> Produk ZA.....	69

Tabel 4.27 Penilaian Nilai <i>Occurrence</i> Produk SA.....	71
Tabel 4.28 Penilaian Nilai <i>Occurrence</i> Produk SA (Lanjutan).....	72
Tabel 4.29 Penilaian Nilai <i>Occurrence</i> Produk PA.....	74
Tabel 4.30 Penilaian Nilai <i>Occurrence</i> Produk ZA	76
Tabel 4.31 Penilaian Nilai <i>Occurrence</i> Produk ZA (Lanjutan).....	77
Tabel 4.32 Perhitungan Nilai ARP Produk SA	79
Tabel 4.33 Perhitungan Nilai ARP Produk PA	81
Tabel 4.34 Perhitungan Nilai ARP Produk PA (Lanjutan)	82
Tabel 4.35 Perhitungan Nilai ARP Produk ZA	83
Tabel 4.36 Perhitungan Nilai ARP Produk ZA (Lanjutan)	84
Tabel 4.37 Korelasi Antara <i>Risk Agent</i> dan <i>Prevention Action</i>	86
Tabel 4.38 Tingkat Kesulitan <i>Prevention Action</i>	86
Tabel 4.39 Penetapan Korelasi <i>Risk Agent</i> dan <i>Prevention Action</i> Produk SA	87
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan <i>Total Effectiveness of Action</i> Produk SA.....	87
Tabel 4.41 Penetapan Korelasi <i>Risk Agent</i> dan <i>Prevention Action</i> Produk PA	88
Tabel 4.42 Hasil Perhitungan <i>Total Effectiveness of Action</i> Produk PA.....	88
Tabel 4.43 Penetapan Korelasi <i>Risk Agent</i> dan <i>Prevention Action</i> Produk ZA	89
Tabel 4.44 Hasil Perhitungan <i>Total Effectiveness of Action</i> Produk ZA	90
Tabel 4.45 Perhitungan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk SA	91
Tabel 4.46 <i>Preventive Action</i> Terpilih Produk SA.....	91
Tabel 4.47 Perhitungan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk PA	92
Tabel 4.48 <i>Preventive Action</i> Terpilih Produk PA.....	93
Tabel 4.49 Perhitungan <i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i> Produk ZA	94
Tabel 4.50 <i>Preventive Action</i> Terpilih Produk ZA.....	94
Tabel 4.51 Jumlah Durasi VA, NVA, dan NVA Tereduksi Produk SA	96
Tabel 4.52 Jumlah Durasi VA, NVA, dan NVA Tereduksi Produk PA	97
Tabel 4.53 Jumlah Durasi VA, NVA, dan NVA Tereduksi Produk ZA	98

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terkenal sebagai negara agraris. Kinerja industri pertanian nasional ikut andil pada pertumbuhan sektor pertanian yang meningkat setiap tahunnya. Kesuksesan dalam upaya menjamin produksi sektor pertanian menjadi kunci penguatan ketahanan pangan nasional. Pemerintah melalui perusahaan BUMN yang bergerak di bidang industri pupuk, mengupayakan pemenuhan produksi pupuk yang berkualitas sebagai imbas dari permintaan pasar yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Pupuk dengan kualitas tinggi, bersubsidi, harga stabil dan mudah diakses dapat membawa keuntungan bagi produsen hingga konsumen.

Tanggung jawab besar memenuhi kebutuhan pupuk guna memperkuat ketahanan pangan nasional sekaligus mengupayakan ekspor pupuk sebagai salah satu komoditas yang membawa keuntungan negara, dijalankan dengan penguatan industri pupuk nasional. PT Pupuk Indonesia (Persero) adalah upaya nyata pemerintah untuk menaklukkan tantangan besar tersebut. PT Pupuk Indonesia (Persero) sebagai induk perusahaan, guna menyokong hasil produksi, membawahi beberapa anak perusahaan yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia. Salah satunya adalah PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) yang berlokasi di wilayah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Per tahun 2012, berdasarkan SK Kementerian Hukum dan HAM Republik Indonesia, PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) dinyatakan sebagai anggota *holding* PT Pupuk Indonesia (Persero).

PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) mempunyai visi menjadi produsen pupuk dan produk kimia lainnya yang berdaya saing tinggi dan produknya paling diminati konsumen. Guna merealisasikan visi tersebut dibutuhkan komitmen dari pihak manajemen hingga lini produksi dan dibuktikan dengan kinerja optimal yang akan menghasilkan produktivitas tinggi. Layaknya upaya konkrit yang telah banyak dilakukan industri manufaktur lainnya yang berpegang teguh dengan komitmen perusahaan dan terus berupaya mencapai visi dan misinya. PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) tidak hanya dikenal memproduksi produk pupuk, namun juga *non*

pupuk. Unit produksinya terbagi menjadi tiga bagian, yakni unit produksi I, unit produksi II, dan unit produksi III. Ketiga unit produksi tersebut, tentunya mengemban tugas masing-masing yang berbeda namun saling berkaitan dengan unit produksi lainnya.

Unit produksi III PKG yang terletak di kawasan *Phosphoric Acid and By-Product* terdiri dari beberapa pabrik yang meliputi pabrik asam sulfat, pabrik asam fosfat, pabrik ALF₃, pabrik *cement retarder* dan pabrik ZA II, yang kemudian diklasifikasikan menjadi unit produksi III A dan unit produksi III B. Unit produksi III A khusus menghasilkan produk asam sulfat, asam fosfat dan ZA. Adapun data kapasitas produksi di unit produksi III, sebagai berikut:

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi di Unit Produksi III

Produk	Bahan Baku	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
ZA II	Amoniak, Karbon Dioksida, Asam Sulfat dan <i>Gypsum</i>	350.000
Asam Fosfat III A	Batuan Fosfat dan Asam Sulfat	180.000
Asam Fosfat III B		200.000
Cement Retarder	Purified <i>Gypsum</i>	440.000
Aluminium Fluorida (AlF ₃)	Asam Fluorosilika dan Aluminium Hidroksida	12.600
Asam Sulfat III A	Belerang	570.000
Asam Sulfat III B		600.000

(Sumber :Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Berdasarkan data yang terhimpun dari tahun ke tahun dalam kurun waktu empat tahun ke belakang, produksi dari ketiga produk tersebut sering kali tidak mampu memenuhi target produksi yang diberikan oleh manajemen. Data produksi tersebut, sebagai berikut :

Tabel 1.2 Data Produksi Unit Produksi III A

Produk (ton)		Tahun			
		2015	2016	2017	2018
Asam Sulfat	Target	570.000	570.000	570.000	570.000
	Hasil	464.859,34	522.797,4	548.905,22	316.662,18
	Persentase	81,55%	91,72%	96,3%	55,55%
Asam Fosfat	Target	170.000	170.000	166.000	103.000
	Hasil	164.291,7	179.912,1	138.242,11	129.478,38
	Persentase	96,64%	105,83%	83,28%	125,71%
ZA	Target	300.000	326.500	350.000	350.000
	Hasil	308.070,19	282.533,15	326.917,08	237.902,45
	Persentase	102,69%	85,62%	93,4%	67,97%

(Sumber : Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Data di atas menunjukkan adanya permasalahan pada rantai produksi yang berpotensi menimbulkan *waste*. Terdapat beberapa *waste* diklasifikasikan menjadi sembilan jenis yakni *Environmental, Health, and Safety (EHS), Defect, Overproduction, Waiting, Non-utilized/Underutilized Talent, Transportation, Over Inventory, Motion, dan Excess Processing* atau disingkat menjadi *E-DOWNTIME*. (Stack, 2010). *Waste* yang ditimbulkan dari permasalahan yang terlihat pada Tabel 1.2 adalah *Overproduction, dan Waiting*.

Waste overproduction terjadi di produk asam fosfat di tahun 2016 hasil produksi 105,83% yang telah melebihi batas inventori yang telah ditetapkan. *Waste waiting* terjadi karena adanya kerusakan mesin dan ketersediaan bahan *baku* yang tidak cukup. *Waste defect* terjadi pada produk ZA di tahun 2016. Produk ZA sebanyak 55,75 ton dikembalikan oleh pihak gudang ZA kepada bagian pengantongan lantaran kemasan produk tersebut mengalami kerusakan saat terlalu lama disimpan di gudang. Sedangkan *waste EHS* pernah terjadi pada tahun 2013 sebanyak satu kasus kecelakaan kerja, pada tahun 2014 sebanyak tiga kasus kecelakaan kerja dan 2015 sebanyak empat kasus kecelakaan kerja. Keseluruhan kasus tersebut tergolong kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *unsafe action* (Unik K3 PT. Petrokimia Gresik (Persero)). Oleh karenanya, dapat ditarik kesimpulan bahwa *waste* yang terjadi di Unit Produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) adalah *EHS, over production, waiting, dan defect*.

Dengan demikian, dibutuhkan penerapan metode dari banyak bidang keilmuan guna mengeliminasi *waste* tersebut dengan segera. Bidang *lean manufacturing*

maupun *safety* tak luput dari fokus industri tersebut untuk dikembangkan menyesuaikan kondisi *real*. Kegunaan *lean manufacturing* terbukti telah banyak diterapkan dan menjadi metode paling efektif di industri manufaktur di seluruh dunia pada upaya peningkatan efisiensi operasional perusahaan melalui keberhasilan meningkatkan hasil dengan sumber daya yang lebih sedikit dibandingkan dengan sistem manufaktur tradisional. *Lean manufacturing* merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk melakukan produksi dengan minimum tenaga kerja, minimum area produksi, minimum konsumsi sumber daya, minimum inventori, minimum barang cacat, waktu produksi yang singkat, dan meminimalkan ketidakpuasan konsumen (Womack, Jones, & Roos, 1991). Keberhasilan tersebut berkaitan dengan kemampuan perusahaan mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan atau *waste* pada sistem manufaktur rantai produksinya guna dapat lebih responsif terhadap permintaan pelanggan dengan tetap menjaga kualitas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan perspektif *lean*, semua jenis pemborosan yang terdapat sepanjang proses *value stream*, yang mentransformasi dari *input* menjadi *output* harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk dan selanjutnya meningkatkan *customer value* (Gaspersz, 2007). Begitu juga *lean* di industri jasa, *healthcare*, yang diupayakan penggunaannya guna memperbaiki sistem pelayanan jasa kesehatan. Pengurangan *Surgical Site Infections* (SSI) merupakan peristiwa buruk yang berasal dari kesalahan dan berdampak pada pasien dengan menghilangkan distraksi dalam alur kerja bedah di ruang operasi bedah saraf penerapan Toyota Production System (TPS) 5S (Leming-Lee, Polancich, & Pilon, 2019). Distraksi tersebut dapat diartikan sebagai pemborosan yang menghambat kelancaran layanan jasa yang diberikan. Sedangkan *safety* berfokus pada perlindungan terhadap pekerja hingga lingkungan kerja dengan upaya menanggulangi risiko-risiko dapat muncul di lingkungan kerja yang menghambat terciptanya produktivitas kerja serta berdampak buruk pada perusahaan. Diperlukan upaya mitigasi risiko melalui manajemen risiko yang dimulai dari identifikasi risiko. Pada sebuah penelitian dilakukan kajian terkait manajemen risiko untuk mengidentifikasi beberapa *tool* yang cocok digunakan pada *lean manufacturing*, namun masih belum menyentuh terhadap kajian risiko ketika konsep *lean manufacturing* dilakukan oleh perusahaan

(Pearce & Pons, 2013). Adapun penelitian lainnya yang membahas risiko implementasi *lean manufacturing* namun hanya sampai pada tahapan identifikasi risiko (Marodin & Saurin, 2014).

Value Stream Mapping (VSM) merupakan salah satu metode *lean manufacturing* untuk menggambarkan kondisi aliran proses produksi. Tidak hanya itu, VSM dapat menemukan berbagai jenis *waste* dan berusaha menghilangkannya (Wahab, 2013). Penggambaran VSM dilakukan untuk mengetahui aliran informasi dan aliran fisik dari proses produksi (Alfiansyah, 2018). Pada VSM dapat diketahui waktu siklus dan waktu *lead time* dari proses produksi perusahaan. Untuk proses pembuatan barang, *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang tersebut (Gaspersz, 2007).

Seiring berjalannya waktu, VSM telah dikembangkan oleh banyak peneliti guna menjawab permasalahan *waste* yang semakin kompleks, salah satunya pada implementasi *lean* dan *green*. Sinergi pengurangan *waste*, pengembangan efisiensi, peningkatan perbaikan dan manajemen kualitas antara konsep *lean* dan *green* membawa dampak positif pada kinerja *sustainability* organisasi sistem produksi. Integrasi antara *lean* dan *green* akan membawa dampak positif bagi *sustainability* sebuah sistem produksi organisasi (Bhattacharya, Nand, & Castka, 2019). *Sustainable operation* adalah paradigma manajemen baru yang muncul setelahnya *lean manufacturing* (Hilda & Javier, 2016). Teori *sustainable operation* dapat didefinisikan sebagai suatu keberlanjutan yang mempunyai karakteristik gabungan tiga perspektif yakni ekonomi, lingkungan dan sosial. Berdasarkan hasil, perspektif keuangan tidak menghasilkan hubungan timbal balik sebanyak yang diidentifikasi berdasarkan sudut pandang lingkungan dan sosial. Pengembangan tersebut memungkinkan dari sisi metodologi VSM itu sendiri, atau bahkan dikombinasikan dengan beberapa metode lainnya.

Beberapa penelitian telah mengembangkan metode VSM pada proses produksi dengan isu *sustainable manufacture* yang berfokus pada aspek ekonomi, lingkungan dan sosial. Pada sebuah perusahaan yang belum menerapkan konsep *sustainability* di proses bisnisnya, diusulkan *Sustainable Value Stream Mapping*

(Sus-VSM), sehingga terjadi lonjakan konsumsi sumber daya air yang cenderung mengalami peningkatan dan dampak lingkungan yang besar. Setelah diterapkan Sus-VSM, membuahkan alternatif yang memberikan perbaikan berupa penurunan pembelian air sebesar 56% dan penurunan dampak terhadap lingkungan sebesar 4350 Pt (Agusti, 2017). Adapun *Life Cycle Value Stream Mapping* (LC-VSM) merupakan pengembangan alat analisa keberlanjutan. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui *applicability* dari metode metodologi LC-VSM ketika diterapkan langsung pada perusahaan. Hal ini disebabkan oleh karena LC-VSM merupakan sebuah metode yang terdiri dari serangkaian metodologi. Hasil pengukuran *applicability* didapatkan bahwa metode LC-VSM *applicable* untuk digunakan, karena metode ini memiliki kepuasan pengguna dan kemanfaat yang tinggi (Megayanti, 2018). Di sisi lain, fungsi VSM dilibatkan pada sebuah penelitian dengan memodelkan sebuah metode integrasi yakni *Lean-Integrated Management System for Sustainability Improvement* (LIMSSI) yang dapat memberikan deskripsi inovatif tentang korelasi antara kualitas, lingkungan, K3, dan tanggung jawab sosial dengan prinsip dan metode *lean manufacturing*. Kombinasi *Current state* VSM dan metode *lean manufacturing* lainnya bersinergi menjalankan proses pemodelan tersebut hingga mampu menyukkseskan perusahaan dalam hal menciptakan *cleaner production* (Souza & Alves, 2018).

HOR merupakan metode untuk mengidentifikasi dan menghitung risiko yang harus ditanggung perusahaan hingga menemukan prioritas tindakan perbaikan yang tepat diterapkan dengan mengacu pada kemampuan perusahaan. Model HOR dapat memungkinkan perusahaan untuk memilih satu set agen risiko untuk diperlakukan dan kemudian memprioritaskan tindakan proaktif, untuk mengurangi dampak keseluruhan dari peristiwa risiko yang disebabkan oleh agen risiko tersebut (Pujawan & Geraldin, 2009). Proses bisnis yang dilibatkan pada penyusunan HOR berguna dalam hal mengawal identifikasi setiap risiko yang terjadi pada keseluruhan aktivitas pada proses bisnis yang digunakan tersebut secara runtut. Metode yang digunakan untuk melakukan identifikasi risiko pada HOR adalah pengembangan dari *Supply Chain Order Reference* (SCOR) yang terdiri dari *plan, source, make, deliver, dan return*. Metode identifikasi risiko menggunakan SCOR yang secara umum diimplementasikan pada bidang *supply chain* dinilai memiliki

kelemahan yakni selain terkait batasan implementasinya yang hanya di bidang *supply chain*, metode ini tidak dapat mengakomodasi aspek manajemen perubahan (Huan, Sheoran, & Wang, 2004). Pada sebuah penelitian merubah SCOR menjadi proses bisnis yakni *Six Pathway Diagram* dan *Software-Hardware-Environment-Liveware* (SHELL) sebagai metode analisis risiko K3 pada IGD RSUD Haji Surabaya, menuai keunggulan dalam hal mengidentifikasi risiko secara runtut sesuai dengan aktivitas proses bisnis yang dijalankan. Keunggulan lainnya adalah tindakan penanganan atau *preventive action* dilakukan untuk menghilangkan agen risiko, sehingga ketika satu agen tereduksi dapat mereduksi satu atau lebih kejadian risiko sekaligus (Malita, 2018).

Pada penelitian ini mengupayakan penerapan *lean manufacturing* dengan pendekatan *nine wastes (E-DOWNTIME)* guna mengeliminasi pemborosan, sehingga produktivitas dapat meningkat dengan mengandalkan implementasi kombinasi metode VSM dan HOR guna mengidentifikasi adanya pemborosan hingga mengusulkan upaya perbaikan terhadap risiko yang ditimbulkan dari pemborosan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini adalah bagaimana kombinasi metode VSM (*Value Stream Mapping*) dan HOR (*House of Risk*) dengan pendekatan *nine wastes (E-DOWNTIME)* guna mengeliminasi pemborosan dalam upaya peningkatan produktivitas di unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG)?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi adanya *waste* di setiap proses unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) melalui metode VSM (*Value Stream Mapping*) dengan pendekatan *nine wastes (E-DOWNTIME)*.

2. Mengidentifikasi dan menilai risiko yang ditimbulkan dari adanya *waste* dan penyebabnya di setiap proses unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) melalui metode HOR (*House of Risk*).
3. Melakukan perancangan alternatif perbaikan yang efektif diterapkan di unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG) metode HOR (*House of Risk*).
4. Memilih alternatif perbaikan guna mengeliminasi *waste* di unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat bagi praktisi

Hasil dari penelitian ini dapat membantu praktisi khususnya yang bekerja di industri *manufacture* dalam upaya peningkatan produktivitas dengan titik fokus terhadap upaya eliminasi pemborosan dengan pendekatan *nine wastes (E-DOWNTIME)* melalui penerapan metode VSM (*Value Stream Mapping*) dan HOR (*House of Risk*).

1.4.2 Manfaat bagi akademisi

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi pengembangan teoritis terhadap penerapan metode VSM (*Value Stream Mapping*) dan HOR (*House of Risk*) guna meminimalisasi pemborosan dengan pendekatan *nine wastes (E-DOWNTIME)* dalam upaya peningkatan produktivitas khususnya di industri *manufacture*, serta dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan saat penelitian.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Unit Produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG)
2. *Waste* yang diidentifikasi adalah *waste* yang masuk pada klasifikasi *E-DOWNTIME Waste*.

3. Pegawai yang dilibatkan antara lain staf pengendalian dan perencanaan produksi, staf bagian produksi produk (asam sulfat, asam fosfat dan ZA) sekaligus staf K3 yang mempunyai pengalaman kerja minimal lima tahun di bidangnya.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tidak adanya perubahan pada kebijakan dan sistem produksi serta *safety* selama penelitian ini berlangsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan hal-hal yang mendasari serta melatarbelakangi bagaimana penelitian ini disusun. Di dalamnya menguraikan beberapa hal meliputi latar belakang, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, kontribusi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan kumpulan teori dari berbagai literatur sebagai referensi yang berkaitan dengan bahasan yang akan diangkat pada penelitian ini. Teori tersebut secara garis besar menjelaskan mengenai konsep *lean manufacturing*, K3 Industri, VSM, dan HOR.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian, yang berisi tahapan sistematis untuk menjawab identifikasi masalah pada penelitian.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGELOLAAN DATA

Bab ini menjelaskan tentang model yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang akan diupayakan pencarian solusinya dengan tepat menggunakan metode VSM, dan HOR.

BAB V: ANALISA DAN INTEPRETASI DATA

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengumpulan dan pengelolaan data yang telah dilakukan dengan VSM, dan HOR di bab sebelumnya.

BAB VI: KESIMPULAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan, serta memberikan saran dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lean Manufacturing*

Dewasa ini, berbagai organisasi yang bergerak dalam bidang penyedia produk dan jasa telah mengadopsi *lean philosophy* dan *tools* dalam upaya peningkatan daya saingnya. *Lean manufacturing* sendiri merupakan konsep yang dapat mendesain proses produksi menjadi lebih baik, lebih cepat, dan lebih murah dengan ruang yang minim, inventori yang kecil, labor hour yang kecil, dan menghindari pemborosan (Womack, Jones, & Roos, 1991). Terdapat beberapa *waste* diklasifikasikan menjadi sembilan jenis dan dikenal dengan istilah *E-DOWNTIME* (Stack, 2010), sebagai berikut:

1. *Environmental, Health, and Safety (EHS)*

Waste ini ditandai dengan kecelakaan kerja dari skala minor yakni *nearmiss* hingga mayor yakni *fatality* atau kematian, pencemaran lingkungan, dan penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh tidak patuhnya pekerja hingga perusahaan terhadap kebijakan maupun prosedur yang mengatur lingkup EHS dan menimbulkan waktu yang terbuang, biaya berlebih hingga korban cedera.

2. *Defect*

Waste ini berartikan barang cacat atau gagal produksi yang tidak memberi nilai tambah sedikitpun bagi perusahaan. Pada produksi PT. Petrokimia Gresik (Persero), produk yang tergolong *oversize* dan *undersize* dari standar kualitas yang telah ditetapkan dianggap sebagai produk *defect*, sehingga produk tersebut harus diolah kembali atau *rework*. Aktivitas *rework* tentu membutuhkan biaya tambahan guna memenuhi biaya tenaga kerja, bahan baku tambahan, listrik, dan lain sebagainya.

3. *Overproduction*

Waste ini diakibatkan oleh ketidakhandalan bagian produksi dalam menghitung atau menjadwalkan jumlah barang yang akan diproduksi

sesuai kebutuh konsumen, sehingga terjadi kelebihan produksi. Produk yang berlebihan dan terlalu lama menumpuk di gudang, besar kemungkinan akan mengalami kerusakan, penurunan kualitas produk, hingga produk melampaui masa kadaluarsa sebelum diterima pelanggan. Hal tersebut tentu merugikan perusahaan karena kehilangan nilai penjualan yang seharusnya dapat dikantongi. Nilai penjualan tersebut adalah besaran profit ditambah biaya produksi.

4. *Waiting*

Waste ini ditandai dengan waktu tunggu yang terlalu lama atau sifatnya tidak perlu, oleh karena terjadinya kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, kurangnya komunikasi antar karyawan, dan lain sebagainya. *Waste* ini dapat menghambat proses produksi pada *state* selanjutnya dan memungkinkan terjadinya *bottle neck*, sehingga mempengaruhi kecepatan produksi terhadap target produksi yang telah ditentukan sebelumnya. Hal tersebut tentunya dapat membawa ancaman kehilangan profit perusahaan yang telah ditargetkan karena tidak mampu memproduksi barang dengan batas minimal yang ditentukan.

5. *Non-utilized/Underutilized Talent*

Waste ini berasal dari ketidaksesuaian *skill* yang dimiliki karyawan terhadap tugas yang diemban sehingga mempengaruhi kualitas hasil kerjanya. Cara mengatasinya, karyawan sebaiknya dibekali dengan *training* sesuai dengan bidang kerjanya. Adapun tenaga karyawan yang tidak dapat diserap dengan maksimal atau sering kali menganggur dapat digolongkan ke dalam *waste* ini.

6. *Transportation*

Waste ini berkaitan dengan perpindahan material maupun karyawan yang tidak menambah nilai tambah dalam sebuah stasiun kerja, sehingga perlu dilakukan *re-design* layout dari stasiun kerja tersebut. *Waste* ini dapat mengulur waktu produksi tanpa ber-*value* akibat dari desain stasiun kerja yang tidak efektif dan efisien, sehingga menambah biaya operasional dan bahkan dapat mempengaruhi ketercapaian target produksi.

7. *Over Inventory*

Waste ini efek dari *over production waste*, sehingga menimbulkan jumlah inventori melebihi kapasitas. Bahkan menambah kebutuhan untuk membuat gudang baru imbas dari kapasitas inventori yang telah penuh sesak, sehingga dapat memperbesar daya tampung hasil produksi. Hal ini dapat merugikan perusahaan, karena diperlukan biaya tambahan *handle* inventori yang tidak sedikit. Biaya tersebut meliputi biaya lahan, bangunan, listrik, tenaga kerja, alat bantu gudang, dan lain sebagainya.

8. *Motion*

Waste ini ditandai dengan gerakan yang berlebihan dan tidak memberi nilai tambah terhadap produk, sehingga lebih membebani pekerja tanpa diimbangi dengan kenaikan kualitas maupun kuantitas produk. Contohnya proses *assembly* yang tidak efektif, stasiun kerja yang terlalu berantakan, dan lain sebagainya.

9. *Excess Processing*

Waste ini ditandai aktivitas lebih atau berulang tanpa merubah nilai tambah produk, contohnya *double handling*, *re-entry data*, *rework* dan lain sebagainya.

Pada pembahasan terkait pemborosan, terdapat tiga klasifikasi kegiatan yang dibedakan dari segi ada atau tidaknya nilai tambah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut, sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000):

1. Kegiatan Bernilai Tambah atau *Value Added* (VA)

Kegiatan-kegiatan yang kegunaannya untuk pelanggan akhir dapat membuat produk atau layanan lebih berharga. Aktivitas bernilai tambah mudah didefinisikan. Contohnya, konversi bijih besi dengan barang lain ke dalam mobil, atau memperbaiki mobil yang rusak pada jalan tol.

2. Kegiatan Tidak Bernilai Tambah atau *Non Value Added* (NVA)

Kegiatan-kegiatan yang kegunaannya untuk pelanggan akhir tidak dapat membuat produk atau layanan lebih berharga dan bahkan tidak perlu dalam keadaan saat ini. Kegiatan-kegiatan ini jelas bersifat sia-sia dan jelas masuk dalam kategori pemborosan. Oleh karenanya, segera jadikan kegiatan tersebut sebagai target untuk dihilangkan. Contohnya,

mentransfer produk dari satu wadah ke wadah yang lain sehingga dapat memindahkannya di sekitar pabrik.

3. Kegiatan Tidak Bernilai Tambah Namun Dibutuhkan atau *Necessary Non Value Adding* (NNVA)

Kegiatan-kegiatan yang kegunaannya untuk pelanggan akhir tidak dapat membuat produk atau layanan lebih berharga tetapi diperlukan, kecuali proses pasokan yang ada diubah secara radikal. Pemborosan tersebut lebih sulit untuk dihapus dalam jangka pendek dan harus menjadi target untuk jangka panjang atau perubahan yang radikal. Contohnya, memeriksa setiap produk pada akhir proses karena proses menggunakan mesin lama yang dikenal tidak dapat diandalkan.

Adapun lean tools yang telah banyak di kenal yakni 5S, *Value Stream Mapping* (VSM), Kaizen, Tak Time, Ishikawa (*Cause and Effect*) Diagram, dan lain sebagainya, guna memecahkan permasalahan *lean*.

2.2 *Value Stream Mapping* (VSM)

VSM adalah suatu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, yang tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang termasuk *value added* dan *non value added* (Rother & Shook, 2003). Tujuan dari VSM adalah mengidentifikasi proses produksi agar material dan informasi dapat berjalan tanpa adanya gangguan, meningkatkan produktivitas dan daya saing, serta membantu dalam mengimplementasikan sistem (Womack, Jones, & Roos, 1991).

VSM berbeda dengan teknik perekaman sederhana, hal ini dikarenakan VSM mengumpulkan segala informasi pada tiap prosesnya antara lain yakni waktu siklus, pemanfaatan sumber daya, pengaturan waktu, bekerja dalam proses yang tersedia, kebutuhan tenaga kerja, dan alur informasi dari bahan baku sampai dengan terselesaikan dengan baik. Informasi-informasi tersebut juga mencakup tentang pekerjaan yang bernilai tambah (*value adding activities*) begitu juga dengan pekerjaan yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*). Dengan demikian, dapat diketahui aktivitas mana yang dapat memberikan nilai tambah dan

yang tidak memberikan nilai tambah, yang selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah untuk mengeliminasi pemborosan yang ada (Bhosale & Salunke, 2015). Langkah pertama membuat VSM adalah memilih produk atau *product family* tertentu sebagai target untuk perbaikan. Langkah kedua adalah mengembangkan *current state map* yang menangkap bagaimana proses saat ini sedang dilakukan. Langkah ketiga adalah menggambar *future state map* yang merupakan gambaran bagaimana proses produksi harus dilakukan setelah *waste* dan ketidakefisienan telah dihilangkan (Rohani & Zahraee, 2015).

VSM memberikan visualisasi yang dimanfaatkan untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai pada perusahaan. Beberapa keuntungan dari VSM, sebagai berikut (Rother & Shook, 2003) :

1. Untuk membantu perusahaan dalam usaha visualisasi lebih dari proses tunggal
2. Pemetaan membantu perusahaan tidak hanya melihat *waste* yang ada tetapi juga sumber penyebab *waste* yang terdapat dalam *value stream*.
3. Sebagai dasar dari rencana implementasi, membantu perusahaan merancang bagaimana keseluruhan aliran proses harus dioperasikan.

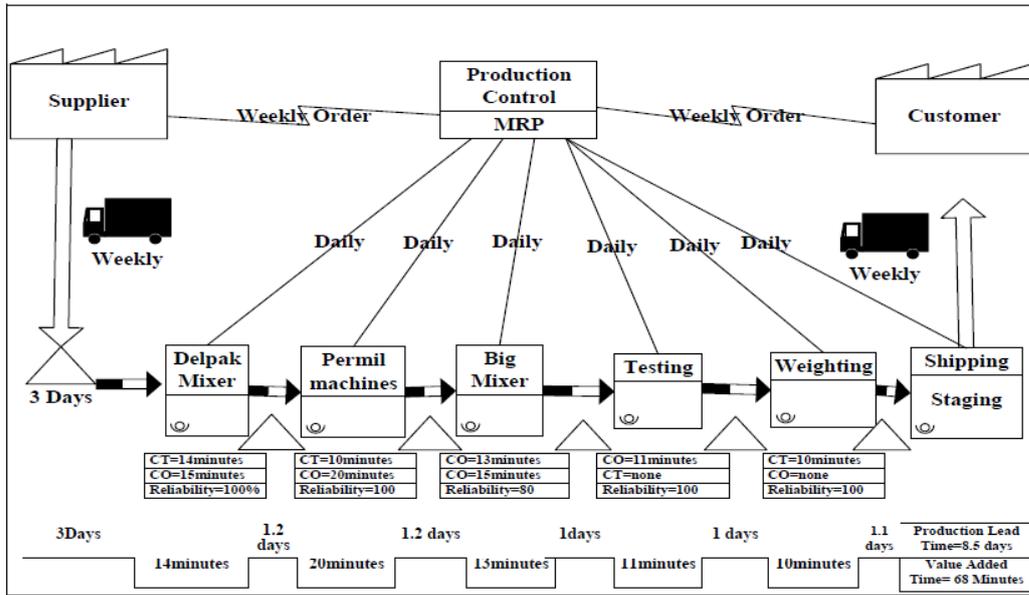
Pengambilan langkah ditinjau dari segi *value stream* berarti bekerja dalam satu lingkup gambar yang besar dan memperbaiki keseluruhan alur dan bukan hanya mengoptimalkan sebagian aliran (Rother & Shook, 2003). VSM terdiri dari dua komponen utama, yakni :

1. Aliran Material

Peta yang menggambarkan aliran material pada urutan proses yang dimulai dari *raw material* hingga *finished goods* dan selanjutnya diserahkan kepada *customer*.

2. Aliran Informasi

Peta yang menggambarkan aliran informasi yang dimulai dari *order* yang diterima dari *customer* hingga produk sampai di tangan *customer*. Keterangan informasi tentang apa yang akan dilakukan dan kapan akan dilakukan terdapat di dalamnya.



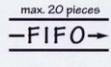
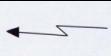
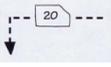
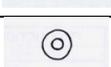
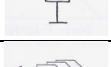
Gambar 2.1 Contoh VSM

Tabel 2.1 VSM Icon

Icon	Representasi	Keterangan
Material Icons		
	Proses Manufaktur	Satu kota proses sama dengan satu area aliran. Semua proses harus diberi label.
	Outside Sources	Digunakan untuk menunjukan pelanggan, supplier, dan proses manufaktur luar.
	Data Box	Digunakan untuk merekam informasi yang berfokus pada proses manufaktur, departemen, pelanggan, dan lain sebagainya.
	Inventori	Perhitungan dan waktu harus dicatat.
	Truk Pengiriman	Catatan frekuensi pengiriman.
	Pergerakan material produksi	Material yang diproduksi dan dipindahkan sebelum proses selanjutnya membutuhkan.
	Pergerakan produk jadi ke pelanggan	Menunjukan aliran pergerakan produk jadi hingga ke pelanggan.
	Supermarket	Bagian dari inventori terkontrol yang digunakan untuk menjadwalkan produksi pada proses hulu.

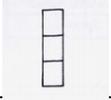
(Rother & Shook, 2003)

Tabel 2.2 VSM Icon (Lanjutan)

Icon	Representasi	Keterangan
Material Icons		
	Pengembalian atau Penarikan	Penarikan material, sering kali dari <i>supermarket</i> .
	Transfer pembatasan <i>material between processes</i> di aliran FIFO	Mengindikasikan <i>device</i> untuk membatasi kuantitas dan memastikan aliran FIFO dari <i>material between processes</i> . Jumlah maksimal perlu dicatat.
Information Icons		
	Aliran Informasi Manual	Menunjukkan informasi jadwal produksi atau jadwal pengiriman.
	Aliran Informasi Elektronik	Contohnya via <i>electronic data interchange</i> .
	Informasi	Menunjukkan sebuah aliran informasi.
	<i>Production Kanban</i>	<i>Device</i> yang memberitahukan proses seberapa banyak jumlah produk yang dapat diproduksi dan mempersilahkan untuk melakukannya.
	<i>Withdrawal Kanban</i>	<i>Device</i> yang menginstruksikan <i>peng-handle</i> material untuk mengambil dan mentransfer bagian.
	<i>Signal Kanban</i>	Sinyal ketika <i>reorder point</i> tercapai dan <i>batch</i> lainnya butuh untuk diproduksi.
	<i>Sequenced-Pull Ball</i>	Memberi instruksi untuk segera memproduksi unit yang telah ditentukan tipe dan kuantitasnya. <i>Pull system</i> untuk proses <i>subassembly</i> tanpa menggunakan <i>supermarket</i> .
	<i>Kanban Post</i>	Tempat dimana <i>Kanban</i> dikumpulkan dan ditangani untuk pengangkutan.
	Kedatangan <i>Kanban</i> di <i>Batch</i>	
	<i>Load Levelling</i>	Alat untuk menahan <i>Kanban batch</i> dan tingkat volume dan campuran keduanya selama periode waktu tertentu.
	"Go See" Jadwal Produksi	Mengatur jadwal berdasarkan pengecekan <i>inventory level</i> .

(Rother & Shook, 2003)

Tabel 2.3 VSM Icon (Lanjutan)

Icon	Representasi	Keterangan
General Icons		
	“Kaizen Lightning Burst”	Kebutuhan peningkatan pada proses spesifik yang kritis untuk meraih pandangan aliran nilai. Dapat digunakan untuk merencanakan <i>kaizen workshop</i> .
	<i>Buffer</i> atau <i>Safety Stock</i>	<i>Buffer</i> atau <i>Safety Stock</i> harus dicatat.
	Operator	Merepresentasikan petugas yang mengontrol dari atas.

(Rother & Shook, 2003)

2.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012). Setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas Nasional (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970). Dengan peraturan perundangan ditetapkan syarat-syarat keselamatan kerja untuk:

- a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan;
- b. Mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran;
- c. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
- d. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya;
- e. Memberi pertolongan pada kecelakaan;
- f. Memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja;
- g. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebarkan suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran;
- h. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psychis, peracunan, infeksi dan penularan;

- i. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai;
- j. Menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik;
- k. Menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup;
- l. Memelihara kebersihan, kesehatan dan ketertiban;
- m. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya;
- n. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang;
- o. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan;
- p. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar-muat, perlakuan dan penyimpanan barang;
- q. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya;
- r. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi.

Jumlah tugas yang berhubungan dengan keselamatan di organisasi mana pun sangat besar, demikian pula tanggung jawab yang menyertai keputusan dan pilihan yang harus diambil. Aspek teknis terkait keselamatan yang terkenal di perusahaan, yaitu identifikasi bahaya, analisis risiko dan penilaian risiko, sejauh ini hanya satu bagian dari domain yang lebih besar dalam menangani risiko oleh manajer keselamatan perusahaan. Adapun elemen-elemen lainnya yakni pelatihan dan pendidikan keselamatan, pelatihan di tempat kerja, perencanaan dan tanggap darurat, perencanaan kelangsungan bisnis, aspek etika keselamatan, rekayasa keandalan, pembelajaran dari insiden, komunikasi risiko, risiko persepsi, aspek psiko-sosial risiko, aspek ekonomi keselamatan, tata kelola risiko, dan banyak lagi (Reniers, 2017)

2.3.1 SMK3

Setiap perusahaan yang mempekerjakan tenaga kerja sebanyak seratus orang atau lebih dan atau mengandung potensi bahaya yang ditimbulkan oleh karakteristik proses atau bahan produksi yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja antara lain peledakan, kebakaran, pencemaran dan penyakit akibat kerja wajib menerapkan Sistem Manajemen K3. Tujuan dan sasaran Sistem Manajemen K3

adalah menciptakan suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi dan lingkungan kerja yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif (Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 05 Tahun 1996).

SMK3 adalah bagian dari sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012).

Dalam menerapkan SMK3, setiap perusahaan wajib melaksanakan:

- a. Penetapan kebijakan K3;
- b. Perencanaan K3;
- c. Pelaksanaan rencana K3;
- d. Pemantauan dan evaluasi kinerja K3; dan
- e. Peninjauan dan peningkatan kinerja SMK3.

Pada proses perencanaan K3, perusahaan harus melakukan identifikasi potensi bahaya, penilaian dan penilaian risiko. Sedangkan dalam pelaksanaan rencana K3, perusahaan harus melakukan kegiatan dalam pemenuhan persyaratan K3, sebagai berikut :

- a. Tindakan pengendalian;
- b. Perancangan (*design*) dan rekayasa;
- c. Prosedur dan instruksi kerja;
- d. Penyerahan sebagian pelaksanaan pekerjaan;
- e. Pembelian atau pengadaan barang dan jasa;
- f. Produk akhir;
- g. Upaya menghadapi keadaan darurat kecelakaan dan bencana industri;
dan
- h. Rencana dan pemulihan keadaan darurat.

2.4 *House of Risk (HOR)*

Metode *House of Risk* (HOR) termasuk metode baru yang dikembangkan dari dua metode terdahulunya, yakni *House of Quality* (HOQ) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). HOQ atau yang lebih dikenal dengan *Quality Function Development* (QFD) sering kali dipakai untuk menjadi alat perancangan dan pengembangan produk yang didalamnya melibatkan suara konsumen. Sedangkan FMEA merupakan alat untuk mengkuantifikasikan penyebab kegagalan dan tingkat keparahan yang ditimbulkan pada suatu sistem.

Metode HOR bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan merancang strategi mitigasi untuk mengurangi probabilitas kemunculan dari penyebab risiko dengan memberikan tindakan pencegahan pada penyebab risiko. Agen risiko atau penyebab risiko adalah faktor yang mendorong timbulnya risiko, sehingga dengan menguranginya pasti dapat mengurangi timbulnya beberapa kejadian risiko sekaligus dampak dari kejadian risiko. Pada metode HOR ini, metode FMEA akan digunakan untuk mengukur risiko yang diperoleh dari perhitungan RPN yang ditentukan oleh tiga faktor yakni probabilitas terjadinya risiko, tingkat keparahan dampak, dan probabilitas penemuan risiko. Sedangkan HOQ akan membantu dalam proses perancangan strategi sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi risiko dan merancang strategi mitigasi guna mengurangi atau mengeliminasi penyebab risiko yang telah teridentifikasi (Oktavia, 2014).

Probabilitas terjadinya risiko erat kaitannya dengan agen risiko. Tingkat keparahan melekat pada seberapa besar dampak yang dihasilkan oleh kejadian risiko. Korelasi antara kejadian risiko dengan agen risiko juga dipertimbangkan pada metode ini. Oleh karenanya tingkat keparahan dari kejadian risiko, probabilitas dari penyebab risiko, dan tingkat korelasi yang telah diperoleh digunakan untuk mendapatkan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP). Selanjutnya, nilai ARP dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan untuk memilih sejumlah agen risiko yang diprioritaskan terlebih dahulu untuk tindakan mitigasi.

Kerangka kerja HOR terdiri dari dua tahap. HOR1 digunakan untuk menentukan peringkat setiap agen risiko berdasarkan potensi risiko agregat. HOR2 digunakan untuk memprioritaskan tindakan proaktif yang harus dilakukan

perusahaan untuk memaksimalkan efektivitas biaya dalam mengelola agen risiko yang dipilih di HOR1 (Pujawan & Geraldin, 2009).

2.4.1 Tahap HOR1

HOR1 digunakan untuk menentukan agen risiko mana yang harus diprioritaskan tindakan pencegahannya (Pujawan & Geraldin, 2009), berikut langkah-langkahnya :

1. Identifikasi peristiwa risiko yang dapat terjadi dalam setiap proses bisnis. Pada tabel dinotasikan sebagai E_i .
2. Menilai tingkat keparahan (*severity*) dari *risk event* yang terjadi dengan menentukan nilainya dari skala 1-10. Pada tabel dinotasikan sebagai S_i .
3. Mengidentifikasi *risk agent* dan menilai kemungkinan terjadinya (*occurance*) dengan menentukan nilainya dari skala 1-10. Pada tabel *risk agent* dinotasikan sebagai A_j , dan *occurance* dinotasikan sebagai O_j .
4. Mengembangkan matriks hubungan, yaitu hubungan antara masing-masing *risk agent* dan *occurance*, serta menotasikannya sebagai R_{ij} .
5. Hitung *aggregate risk potential* dari agen j (ARP_j) yang merupakan hasil kemungkinan *occurance* dari *risk agent* j dan dampak agregat yang dihasilkan oleh *risk event* yang disebabkan oleh *risk agent* j .
6. Beri peringkat *risk agent* sesuai dengan hasil ARP nya.

<i>Business Processes</i>	<i>Risk Events</i>	<i>Risk Agents</i>					<i>Severity of Risk Event</i>
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	
<i>Plan</i>	E_1	R_{11}	R_{12}	R_{13}			S_1
<i>Source</i>	E_2	R_{21}	R_{22}				S_2
<i>Make</i>	E_3	R_{31}					S_3
<i>Deliver</i>	E_4						S_4
<i>Return</i>	E_5						S_5
<i>Occurance of Agent j</i>		O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	
<i>Aggregate Risk Potential j</i>		ARP_1	ARP_2	ARP_3	ARP_4	ARP_5	
<i>Priority Rank of Agent j</i>							

Tabel 2.4 HOR 1
(Pujawan & Geraldin, 2009)

2.4.2 Tahap HOR2

HOR2 dilakukan prioritas tindakan-tindakan efektif yang sangat relevan dilakukan sesuai dengan kondisi keuangan dan sumber daya yang ada (Pujawan & Geraldin, 2009), berikut langkah-langkahnya :

1. Pilih beberapa *risk agent* untuk dijadikan prioritas dengan melihat hasil ARP dan dipilih melalui teknik pareto.
2. Identifikasi tindakan yang dianggap relevan untuk mencegah *risk agent*. Pada hal ini, sangat memungkinkan penanganan satu *risk agent* dengan lebih dari satu tindakan, dan sebaliknya satu tindakan dapat secara bersamaan mengurangi kemungkinan terjadinya lebih dari satu *risk agent*.
3. Tentukan hubungan antara setiap tindakan pencegahan dan setiap *risk agent* yang dinotasikan sebagai E_{jk} . Nilai hubungan E_{jk} ini dapat dianggap sebagai tingkat efektivitas tindakan k dalam mengurangi kemungkinan terjadinya *risk agent* j .
4. Hitung total efektivitas masing-masing tindakan, yang dinotasikan sebagai TE_k .
5. Nilai tingkat kesulitan dalam melakukan setiap tindakan, yang dinotasikan sebagai D_k . Dalam penentuannya harus mencerminkan kondisi keuangan dan sumber daya lain yang diperlukan dalam melakukan tindakan tersebut.
6. Hitung rasio efektivitas total dengan tingkat kesulitan, yang dinotasikan sebagai ETD_k .
7. Tetapkan peringkat prioritas untuk setiap tindakan yang dinotasikan sebagai R_k . Prioritas paling pertama diberikan untuk tindakan yang memiliki nilai ETD_k tertinggi.

<i>Risk Agents</i>	<i>Preventive Action</i>			<i>Aggregate Risk Potential</i>
	PA ₁	PA ₂	PA ₃	
A ₁	E ₁₁			ARP ₁
A ₂				ARP ₂
A ₃				ARP ₃
<i>Total Effectiveness of Action</i>	TE ₁	TE ₂	TE ₃	
<i>Degree of Difficulty Performing Action</i>	D ₁	D ₂	D ₃	
<i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i>	ETD ₁	ETD ₂	ETD ₃	
<i>Rank of Priority</i>	R ₁	R ₂	R ₃	

Tabel 2.5 HOR 2
(Pujawan & Geraldin, 2009)

2.5 Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian

Penelitian terdahulu dan posisi penelitian dibuat guna menjelaskan letak pembeda penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang dirangkum pada tabel, sehingga memudahkan pengamatan. penelitian sebelumnya. Penelitian menggunakan HOR sebagai upaya identifikasi risiko hingga penentuan mitigasi pada bidang *lean manufacturing* guna meminimalisir adanya *waste* yang tidak pernah dilakukan di penelitian sebelumnya. Berikut ini tabel penelitian terdahulu dan posisi penelitian, sebagai berikut :

Tabel 2.6 Penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Research questions	Kesimpulan utama
1	R.Sundar, A.N.Balaji, R.M.SatheeshKumar	2014	<i>A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques</i>	<i>Review</i>	Mayoritas penelitian berfokus pada aspek tunggal elemen <i>lean</i> , hanya sedikit yang berfokus pada lebih dari satu aspek elemen <i>lean</i> dalam penerapan sistem <i>lean manufacturing</i> pada industri jasa maupun manufaktur.	Penelitian ini mengungkapkan bahwa implementasi <i>Lean Manufacturing System</i> yang sukses membutuhkan integrasi dan implementasi simultan elemen <i>Lean</i> beserta urutan yang tepat. Survei ini juga mengusulkan detail implementasi <i>Road Map</i> yang memberikan teori terpadu untuk implementasi <i>Lean Manufacturing System</i> berupa struktur implementasi guna mengurangi durasi implementasi dan mengurangi divergensi sistem manufaktur (Sundar, Balaji, & Satheesh Kumar, 2014).
2	Chendrasari Wahyu Oktavia, I Nyoman Pujawan.	2014	Analisis dan Mitigasi Risiko Dengan Pendekatan <i>Interpretive Structural Modelling (ISM)</i> , <i>Analytical Network Process (ANP)</i> , dan <i>House of Risk (HOR)</i> Pada Proses Pengadaan Barang dan Jasa di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.	<i>Interpretive Structural Modelling (ISM)</i> , <i>Analytical Network Process (ANP)</i> , <i>House of Risk (HOR)</i> .	Bagaimana menganalisis dan memitigasi risiko dengan mempertimbangkan hubungan keterkaitan antara satu risiko dengan risiko lain, hubungan keterkaitan antara satu penyebab risiko dengan penyebab risiko lain, dan hubungan antara risiko dengan penyebab risiko?	Penelitian ini mengupayakan identifikasi kejadian risiko dan penyebabnya yang berpotensi timbul pada proses bisnis pengadaan barang maupun jasa, memodelkan ketiga hubungan keterkaitan, serta menilai hubungan keterkaitan tersebut guna merancang strategi mitigasi risiko (Oktavia, 2014).

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Research questions	Kesimpulan utama
3	Wiwid Widiasih, Putu Dana Karningsih, Udisubakti Ciptomulyono	2015	<i>Development of integrated model for managing risk in lean manufacturing implementation: a case study in an Indonesian manufacturing company.</i>	<i>Delphi method, House of Risk (HOR), Interpretive Structural Modelling (ISM), Analytical Network Process (ANP).</i>	Adakah pengembangan model manajemen risiko untuk meningkatkan pengambilan keputusan dengan memberikan analisis kuantitatif di masing-masing langkah manajemen risiko.	Penelitian ini mengembangkan model manajemen risiko dengan menggunakan metode terintegrasi guna mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi risiko implementasi <i>lean manufacturing</i> yang dilakukan. Berdasarkan hasil, terdapat perubahan besarnya risiko saat keterkaitan risiko dipertimbangkan. Dengan mengetahui prioritas risiko, maka beberapa rekomendasi dapat disusun untuk memitigasi risiko tersebut. Kemudian, dengan memahami hubungan antara agen risiko dan kejadian risiko, rekomendasi untuk strategi mitigasi dapat dimulai dengan mempertimbangkan bagaimana mengurangi atau menghindari agen risiko ini terjadi (Widiasih, Karningsih, & Ciptomulyono, 2015).
4	Indah Purnasari, Hari Supriyanto	2016	Minimasi Waste (Pemborosan) Pada Proses Produksi Pupuk Organik (Petroganik) di PT. Petrokimia Gresik (Persero) Menggunakan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	<i>Big Picture Mapping (BPM), Root Cause Analysis (RCA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).</i>	Bagaimana mereduksi pemborosan pada produksi petroganik menggunakan pendekatan <i>lean manufacturing</i> ?	Pada penelitian ini mengupayakan identifikasi keseluruhan <i>waste</i> , menentukan <i>waste</i> kritis, identifikasi akar permasalahan serta memberikan alternatif solusi perbaikan pada proses produksi pupuk petroganik di PT. Petrokimia Gresik (Persero) (Purnasari, 2016).
5	Amani Nurul Khusna, Putu Dana Karningsih, Dewanti Anggrahini	2016	Perbaikan Proses Produksi Dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> .	<i>Root Cause Analysis (RCA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Net Present Value (NPV)</i>	Bagaimana memperbaiki proses produksi unit pabrik phonska IV dengan pendekatan <i>lean manufacturing</i> ?	Penelitian ini menggambarkan upaya perbaikan proses produksi melalui proses identifikasi akar masalah hingga penetapan prioritas penyebab masalah tertinggi yang dapat diselesaikan dengan adanya rekomendasi kelayakan dari sisi finansial (Khusna, 2016).

Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Research questions	Kesimpulan utama
6	León Hilda Cecilia Martínez, Calvo-Amodio Javier.	2016	<i>Towards lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a systems thinking perspective.</i>	<i>TPM, 5S, VSM, ISO 14001.</i>	Bagaimana membangun pemahaman terkait hubungan timbal balik antara <i>lean</i> dan <i>sustainability</i> dari perspektif sistem berpikir?	Penelitian ini memperluas literatur sebelumnya dengan menganalisis <i>lean</i> dan <i>sustainability</i> di bawah lensa sistem berpikir, lebih khusus dengan menggunakan teori perbedaan, sistem, hubungan, dan perspektif. Guna mempertajam pemahaman kita, dilakukan upaya identifikasi dan analisa hubungan timbal balik antara <i>lean</i> dan <i>sustainability</i> dan dampaknya terhadap kinerja dari sudut pandang operasional, keuangan, sosial, dan lingkungan (Hilda & Javier, 2016).
7	Lucia Botti, Cristina Mora, Alberto Regattieri	2017	<i>Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line</i>	<i>A novel mathematical model</i>	Adakah rancangan alat <i>assembly line</i> yang efektif dan efisien yang memenuhi prinsip <i>lean</i> dan persyaratan ergonomis untuk pekerjaan <i>assembly</i> yang aman?	Model matematika ini berfungsi untuk merancang <i>hybrid assembly line</i> dengan pekerja manual dan mesin perakitan otomatis. Hasil menunjukkan bahwa ergonomi pekerja adalah parameter utama dari desain proses <i>assembly</i> , contohnya parameter <i>lean manufacturing</i> lainnya yakni <i>takt time</i> , <i>cycle time</i> dan <i>work in progress</i> (Botti, Mora, & Regattieri, 2017).
8	Agustin Nur Malita, Adithya Sudiarno.	2018	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Model <i>Modified House of Risk</i> (HOR) Pada Instalasi Gawat Darurat (IGD) Rumah Sakit Umum Haji Surabaya	<i>Modified House of Risk</i> (HOR).	Bagaimana melakukan perancangan tindakan mitigasi risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di IGD RSUD Haji Surabaya dengan menggunakan model <i>modified House of Risk</i> (HOR)?	Penelitian ini melakukan penilaian risiko K3, merancang strategi mitigasi risiko K3, klusterisasi alternatif strategi mitigasi risiko K3 dan memilih strategi mitigasi risiko K3 yang tepat diterapkan di IGD RSUD Haji Surabaya (Malita, 2018).

Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Research questions	Kesimpulan utama
9	Arie Diputra Ersam, Putu Dana Karningsih, Dewanti Anggrahini	2018	Aplikasi <i>Lean Manufacturing</i> Pada PT. Kelola Mina Laut (KML) Gresik Untuk Mereduksi Pemborosan Proses Produksi <i>Nugget</i> Stik.	<i>Value Stream Mapping (VSM)</i> , <i>Process Activity Mapping (PAM)</i> , <i>Root Cause Analysis (RCA)</i> , Analisis Risiko.	Bagaimana melakukan perbaikan untuk mereduksi pemborosan pada proses produksi <i>nugget</i> stik dengan pendekatan <i>lean manufacturing</i> di PT. KML Gresik?	Penelitian ini melakukan pemetaan proses produksi, mengidentifikasi pemborosan, mengetahui pemborosan kritis, mendapatkan akar permasalahan penyebab pemborosan, hingga merekomendasikan perbaikan untuk perusahaan (Ersam, 2018).
10	Dimas Hardiansyah Hamka, Adithya Sudiarno.	2018	Pengembangan Metode <i>Fire Safety Risk Evaluation</i> Pada Industri Pembangkit Listrik Dengan Integrasi Metode <i>House of Risk (HOR)</i> dan ISO 55001:2014.	<i>Modified House of Risk (HOR)</i> .	Bagaimana mengembangkan suatu rancangan mitigasi risiko yang mampu meminimalkan terjadinya risiko kebakaran pada pembangkit listrik berbahan bakar batubara kualitas rendah?	Penelitian ini melakukan identifikasi risiko, analisa risiko, dan merencanakan mitigasi risiko dengan metode integrasi <i>House of Risk (HOR)</i> dan ISO 55001:2014 guna mengembangkan metode <i>Fire Safety Risk Evaluation System</i> (Hamka, 2018).
11	Joao Paulo Estevam Souza, Joao Murta Alves.	2018	<i>Lean-integrated management system: A model for sustainability Improvement.</i>	<i>Lean tools (VSM, Kaizen, TPM, spaghetti diagram, dan sebagainya)</i>	Bagaimana mengembangkan sebuah model inovatif guna memperbaiki perusahaan yang mengedepankan <i>sustainability</i> dapat menciptakan <i>cleaner production</i> ?	Penelitian ini melakukan pengembangan model inovatif yakni <i>Lean-Integrated Management System for Sustainability Improvement (LIMSSI)</i> yang dapat memberikan deskripsi inovatif tentang korelasi antara kualitas, lingkungan, K3, dan tanggung jawab sosial dengan prinsip dan metode <i>lean manufacturing</i> (Souza & Alves, 2018).

Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Research questions	Kesimpulan utama
12	Reza Alfiansyah, Nani Kurniati.	2018	Identifikasi <i>Waste</i> Dengan Metode <i>Waste Assessment Model</i> Dalam Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Perbaikan Prose Produksi (Studi Kasus Pada Proses Produksi Sarung Tangan).	<i>Operation Process Chart (OPC)</i> , <i>Value Stream Mapping (VSM)</i> , <i>Root Cause Analysis (RCA)</i> , <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> ,	Bagaimana cara mereduksi <i>waste</i> yang timbul dari proses produksi sarung tangan melalui pendekatan <i>lean manufacturing</i> di PT. X?	Penelitian ini mendeskripsikan proses produksi, mengidentifikasi <i>waste</i> sekaligus akar permasalahannya, serta mengupayakan rekomendasi perbaikan proses produksi sarung tangan PT. X (Alfiansyah, 2018).
13	Treasa ‘Susie’ Leming-Lee, Shea Polancich, Bonnie Pilon.	2018	<i>The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting.</i>	<i>TPS Lean methodology.</i>	Bagaimana mengaplikasikan metode <i>Toyota Production System (TPS) Lean methodology</i> guna mengurangi gangguanyang dianggap <i>waste</i> di ruang operasi bedah syaraf?	Penelitian ini mengupayakan aplikasi <i>TPS Lean methodology</i> yang mengidentifikasi delapan macam <i>waste</i> yang dianggap sebagai distraksi aliran kerja pembedahan di ruang operasi bedah syaraf yang berpotensi memicu terjadinya <i>medical error</i> dan <i>patient safety risk</i> (Leming-Lee, Polancich, & Pilon, 2019).
14	Ananya Bhattacharya, Alka Nand, Pavel Castka	2019	<i>Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review.</i>	<i>Review</i>	Bagaimana dampak yang ditimbulkan dari integrasi <i>lean-green</i> pada <i>sustainability</i> ?	Penelitian ini membuktikan bahwa konsep integrasi <i>lean</i> dan <i>green</i> dapat memperkuat hasil kinerja sistem produksi organisasi. Dampak keseluruhan yang ditimbulkan dipicu oleh berbagai kemungkinan. Dampak pada kinerja <i>sustainability</i> beragam, tetapi juga terbukti sebagian besar studi menyimpulkan bahwa adopsi integratif <i>lean-green</i> secara positif memberikan dampak kinerja <i>sustainability</i> , dibandingkan dengan konsep <i>lean</i> atau <i>green</i> secara terpisah (Bhattacharya, Nand, & Castka, 2019).

Tabel 2.11 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Research questions	Kesimpulan utama
15	Fitri Suryanti	2019	Penerapan Metode <i>Value Stream Mapping</i> dan House Of Risk Guna Meminimalisasi Pemborosan Dalam Upaya Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus : Unit Produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))	<i>Visual Stream Mapping (VSM)</i> , dan <i>House of Risk (HOR)</i>	Bagaimana memodelkan upaya peningkatan produktivitas melalui pendekatan <i>lean</i> dan <i>safety</i> di rantai produksi?	Pemodelan ini mengupayakan menekan adanya pemborosan di rantai produksi dengan pendekatan <i>lean</i> dan <i>safety</i> melalui penerapan kolaborasi <i>tool VSM</i> dan <i>HOR</i> , sehingga dapat dilakukan identifikasi pemborosan hingga pemilihan prioritas mitigasi di setiap proses produksi.

Tabel 2.12 Posisi Penelitian

	Peneliti	Tahun	Metode							Type of Production Process	Type of Waste Approach
			Review	Mathematical Model	HOR	RCA	FMEA	VSM	BPM		
1	R.Sundar, A.N.Balaji, R.M.SatheeshKumar	2014	√	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Chendrasari Wahyu Oktavia, I Nyoman Pujawan.	2014	-	-	√	-	-	-	-	Mass production	-
3	Wiwin Widiasih, Putu Dana Karningsih, Udisubakti Ciptomulyono	2015	-	-	√	-	-	-	-	Mass customization production	-
4	Indah Purnasari, Hari Supriyanto	2015	-	-	-	√	√	-	√	Mass production	8 wastes
5	Amani Nurul Khusna, Putu Dana Karningsih, Dewanti Anggrahini	2016	-	-	-	√	√	-	-	Mass production	9 wastes
6	León Hilda Cecilia Martínez, Calvo-Amodio Javier.	2016	-	-	-	-	-	√	-	-	-
7	Lucia Botti, Cristina Mora, Alberto Regattieri	2017	-	√	-	-	-	-	-	-	-
8	Agustin Nur Malita, Adithya Sudiarno.	2018	-	-	√	-	-	-	-	Service production	-

Tabel 2.13 Posisi Penelitian (Lanjutan)

	Peneliti	Tahun	Metode							Type of Production Process	Type of Waste Approach
			Review	Mathematical Model	HOR	RCA	FMEA	VSM	BPM		
9	Arie Diputra Ersam, Putu Dana Karningsih, Dewanti Anggrahini	2018	-	-	-	√	-	√	-	Mass production	9 wastes
10	Dimas Hardiansyah Hamka, Adithya Sudiarno.	2018	-	-	√	-	-	-	-	Service production	-
11	Joao Paulo Estevam Souza, Joao Murta Alves.	2018	-	-	-	-	-	√	-	-	-
12	Reza Alfiansyah, Nani Kurniati.	2018	-	-	-	√	√	√	-	Mass production	7 wastes
13	Treasa 'Susie' Leming-Lee, Shea Polancich, Bonnie Pilon.	2018	-	-	-	-	-	√	-	Service production	8 wastes
14	Ananya Bhattacharya, Alka Nand, Pavel Castka	2019	√	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Fitri Suryanti	2019	-	-	√	-	-	√	-	Mass production	9 wastes

Letak pembeda dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat dari sisi *tool* dan objek penelitian yakni penggunaan metode HOR sebagai upaya identifikasi risiko hingga penentuan mitigasi untuk menangani permasalahan *waste* di rantai produksi pada bidang *lean manufacturing* yang tidak pernah dilakukan di penelitian-penelitian pendahulunya. Adapun deskripsi dari konten tabel penelitian terdahulu dan posisi penelitian, sebagai berikut :

1. R.Sundar, A.N.Balaji, R.M.Satheesh Kumar (2014), *A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques*

Penelitian ini mengungkapkan bahwa implementasi *Lean Manufacturing System* yang sukses membutuhkan integrasi dan implementasi simultan elemen *Lean* beserta urutan yang tepat. Survei ini juga mengusulkan detail implementasi *Road Map* yang memberikan teori terpadu untuk implementasi *Lean Manufacturing System* berupa struktur implementasi guna mengurangi durasi implementasi dan mengurangi divergensi sistem manufaktur.

2. Chendrasari Wahyu Oktavia, I Nyoman Pujawan (2014), Analisis dan Mitigasi Risiko Dengan Pendekatan *Interpretive Structural Mdelling (ISM)*, *Analytical Network Process (ANP)*, dan *House of Risk (HOR)* Pada Proses Pengadaan Barang dan Jasa di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Penelitian ini mengupayakan identifikasi kejadian risiko dan penyebabnya yang berpotensi timbul pada proses bisnis pengadaan barang maupun jasa, memodelkan ketiga hubungan keterkaitan yakni hubungan keterkaitan antara risiko dengan risiko lainnya, hubungan keterkaitan antara penyebab risiko dengan penyebab risiko lainnya dan hubungan keterkaitan antara risiko dengan penyebab risiko lainnya, serta menilai hubungan keterkaitan tersebut guna merancang strategi mitigasi risiko. Persoalan-persoalan baru yang timbul dari kegiatan pengadaan barang dan jasa tersebut dianggap sebagai risiko yang kemudian dianalisis hubungan keterkaitannya dengan metode ISM, ANP, dan HOR.
3. Wiwin Widiasih, Putu Dana Karningsih, Udisubakti Ciptomulyono (2015), *Development of integrated model for managing risk in lean manufacturing implementation: a case study in an Indonesian manufacturing company.*

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model pengelolaan risiko terintegrasi pada implementasi konsep *lean manufacturing* guna mengkuantifikasi dan memvalidasi risiko. Pendekatan integrasi yang dilakukan yakni metode Delphi untuk identifikasi potensi risiko, HOR untuk identifikasi terhadap *risk event* dan *risk agent* serta merangking *risk agent* dari nilai ARP, sedangkan ISM dan DEMATEL diintegrasikan untuk melihat hubungan keterkaitan antar risiko, sedangkan ANP untuk proses pembobotan *risk event* dan *risk agent*. Sudut pandang *lean manufacturing* yang dipilih tidak hanya melihat pada fungsi meningkat kapasitas produksi, *improve* proses yang efisien, dan mereduksi *waste* melainkan membawa perubahan budaya organisasi.

4. Indah Purnasari, Hari Supriyanto (2016), Minimasi *Waste* (Pemborosan) Pada Proses Produksi Pupuk Organik (Petroganik) di PT. Petrokimia Gresik (Persero) Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*.

Pada penelitian ini mengupayakan identifikasi keseluruhan *waste* di sepanjang proses *value stream* dengan metode BPM, menentukan *waste* kritis yakni *waiting*, *defect* serta inventori, identifikasi akar permasalahan sekaligus memberikan alternatif solusi perbaikan menggunakan metode RCA dan FMEA pada proses produksi pupuk petroganik di PT. Petrokimia Gresik (Persero).

5. Amani Nurul Khusna, Putu Dana Karningsih, Dewanti Anggrahini (2016), Perbaikan Proses Produksi Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar permasalahan pada proses produksi dan memberikan rekomendasi *improvement* dengan pendekatan *lean manufacturing* yang berfokus pada reduksi pemborosan berbasis *E-DOWNTIME* di Unit Produksi Phonska IV Petrokimia Gresik. Langkah penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode RCA guna menganalisis akar permasalahan *waste*, metode FMEA guna menilai tingkat *severity*, *occurance*, dan *detection* dari masing-masing akar permasalahan, serta NPV guna menguji kelayakan perbaikan yang direkomendasikan.

6. León Hilda Cecilia Martínez, Calvo-Amodio Javier (2016), *Towards lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a systems thinking perspective*.

Penelitian ini memperluas literatur sebelumnya dengan menganalisis *lean* dan *sustainability* di bawah lensa sistem berpikir, lebih khusus dengan menggunakan teori pembedaan, sistem, hubungan, dan perspektif. Guna mempertajam pemahaman kita, dilakukan upaya identifikasi dan analisa hubungan timbal balik antara *lean* dan *sustainability* dan dampaknya terhadap kinerja dari sudut pandang operasional, keuangan, sosial, dan lingkungan. Pada ulasan penelitian, telah diidentifikasi pengembangan kerangka kerja integrasi *lean* dan *sustainability* dengan maksud mempromosikan diskusi tentang bagaimana perusahaan dapat menanamkan keberlanjutan ke dalam operasinya.

7. Lucia Botti, Cristina Mora, Alberto Regattieri (2017), *Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line*.

Penelitian ini. Model matematika ini berfungsi untuk merancang *hybrid assembly line* dengan pekerja manual dan mesin perakitan otomatis. Hasil menunjukkan bahwa ergonomi pekerja adalah parameter utama dari desain proses *assembly*, contohnya parameter *lean manufacturing* lainnya yakni *takt time*, *cycle time* dan *work in progress*.

8. Agustin Nur Malita, Adithya Sudiarno (2018), Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Model *Modified House of Risk* (HOR) Pada Instalasi Gawat Darurat (IGD) Rumah Sakit Umum Haji Surabaya.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang tindakan mitigasi dari risiko K3 dengan menggunakan model *modified HOR* di IGD RSU Haji Surabaya. Metodologi penelitiannya meliputi penilaian risiko K3, perancangan strategi mitigasi risiko K3, klasterisasi alternatif strategi mitigasi risiko K3 dan memilih strategi mitigasi risiko K3 yang tepat diterapkan di IGD RSU Haji Surabaya dengan menggunakan metode HOR yang telah dimodifikasi dari sisi proses bisnisnya. Proses bisnis yang dijadikan acuan adalah *Six Pathway*

Diagram dan model referensi Software-Hardware-Environment-Liveware (SHELL).

9. Arie Diputra Ersam, Putu Dana Karningsih, Dewanti Anggrahini (2018), Aplikasi *Lean Manufacturing* Pada PT. Kelola Mina Laut (KML) Gresik Untuk Mereduksi Pemborosan Proses Produksi *Nugget Stik*.

Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi pemborosan pada sistem produksi *nuget stik* dengan menggunakan metode *lean manufacturing*. Metodologi penelitian yang dilakukan adalah melakukan pemetaan proses produksi dengan VSM, mengidentifikasi pemborosan dan mengetahui pemborosan kritis dengan PAM, mendapatkan akar permasalahan penyebab pemborosan dengan RCA, hingga merekomendasikan perbaikan untuk perusahaan

10. Dimas Hardiansyah Hamka, Adithya Sudiarno (2018), Pengembangan Metode *Fire Safety Risk Evaluation* Pada Industri Pembangkit Listrik Dengan Integrasi Metode *House of Risk* (HOR) dan ISO 55001:2014.

Pada penelitian ini mengupayakan pengembangan suatu rancangan mitigasi risiko yang mampu meminimalkan terjadinya risiko kebakaran pada pembangkit listrik berbahan bakar batubara kualitas rendah. Metodologi penelitian ini melakukan identifikasi risiko, analisa risiko, dan merencanakan mitigasi risiko dengan metode integrasi *House of Risk* (HOR) dan ISO 55001:2014 guna mengembangkan metode *Fire Safety Risk Evaluation System*.

11. Joao Paulo Estevam Souza, Joao Murta Alves (2018), *Lean-integrated management system: A model for sustainability Improvement*.

Penelitian ini melakukan pengembangan model inovatif yakni *Lean-Integrated Management System for Sustainability Improvement* (LIMSSI) yang dapat memberikan deskripsi inovatif tentang korelasi antara kualitas, lingkungan, K3, dan tanggung jawab sosial dengan prinsip dan metode *lean manufacturing*.

12. Reza Alfiansyah, Nani Kurniati (2018), Identifikasi *Waste* Dengan Metode *Waste Assessment Model* dalam Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus Pada Proses Produksi Sarung Tangan).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeliminasi *waste* pada proses produksi sarung tangan di PT.X dengan implementasi metode *lean manufacturing*. Penelitian yang dilakukan meliputi identifikasi proses produksi dan *waste* dengan OPC dan VSM, analisis akar masalah dengan RCA, perhitungan nilai risiko kegagalan dengan FMEA, sekaligus mengupayakan rekomendasi perbaikan proses produksi.

13. Treasa ‘Susie’ Leming-Lee, Shea Polancich, Bonnie Pilon (2018), *The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting*.

Penelitian ini mengupayakan aplikasi TPS *Lean methodology* yang mengidentifikasi delapan macam *waste* yang dianggap sebagai distraksi aliran kerja pembedahan di ruang operasi bedah syarat yang berpotensi memicu terjadinya *medical error* dan *patient safety risk*.

14. Ananya Bhattacharya, Alka Nand, Pavel Castka (2019), *Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review*.

Penelitian ini membuktikan bahwa konsep integrasi lean dan green dapat memperkuat hasil kinerja sistem produksi organisasi. Namun, dampak keseluruhan yang ditimbulkan dipicu oleh berbagai kemungkinan. Dampak pada kinerja *sustainability* beragam, tetapi juga terbukti bahwa sebagian besar studi menyimpulkan bahwa adopsi integratif *lean-green* secara positif memberikan dampak kinerja *sustainability*, dibandingkan dengan konsep *lean* atau *green* secara terpisah.

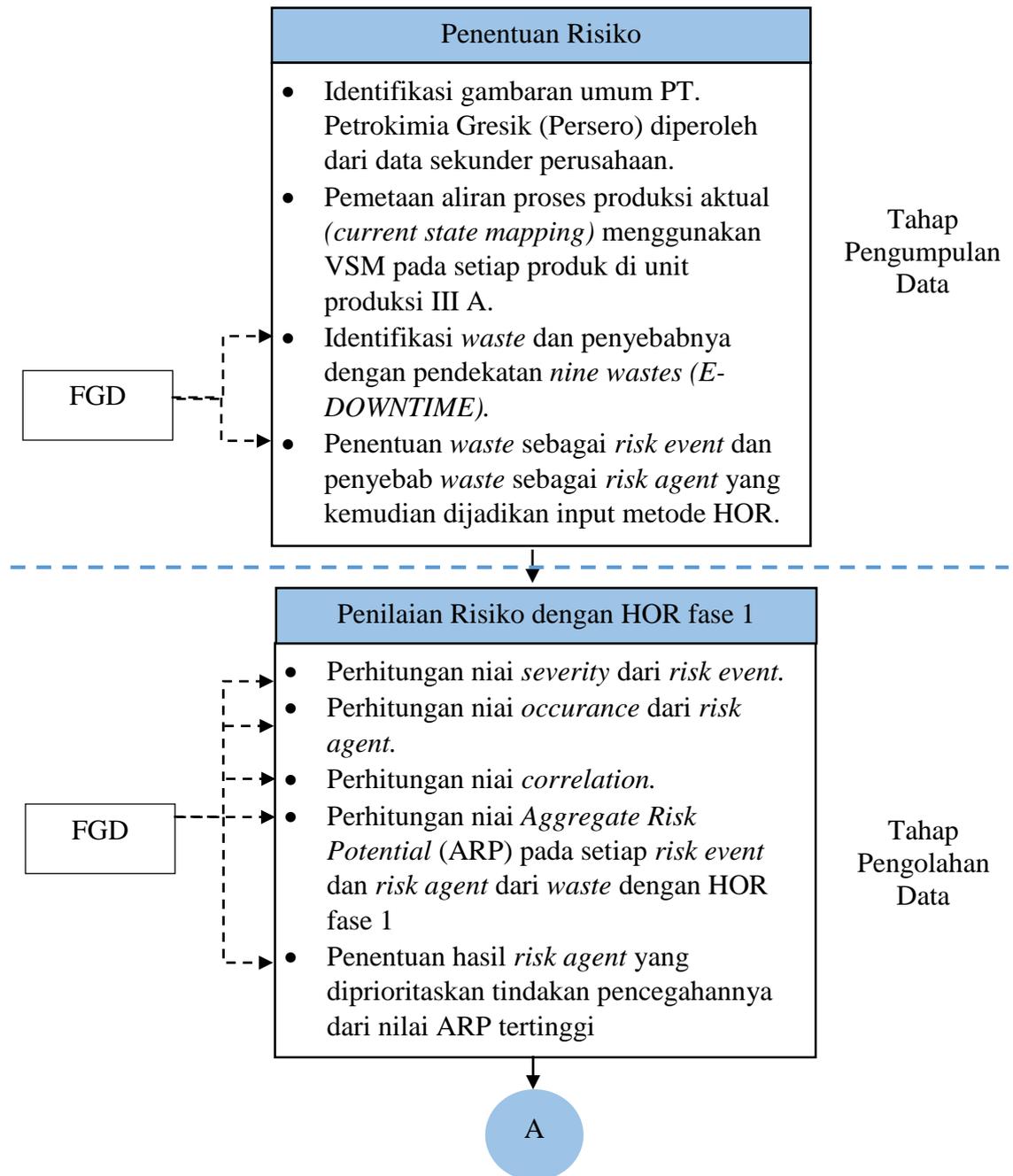
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

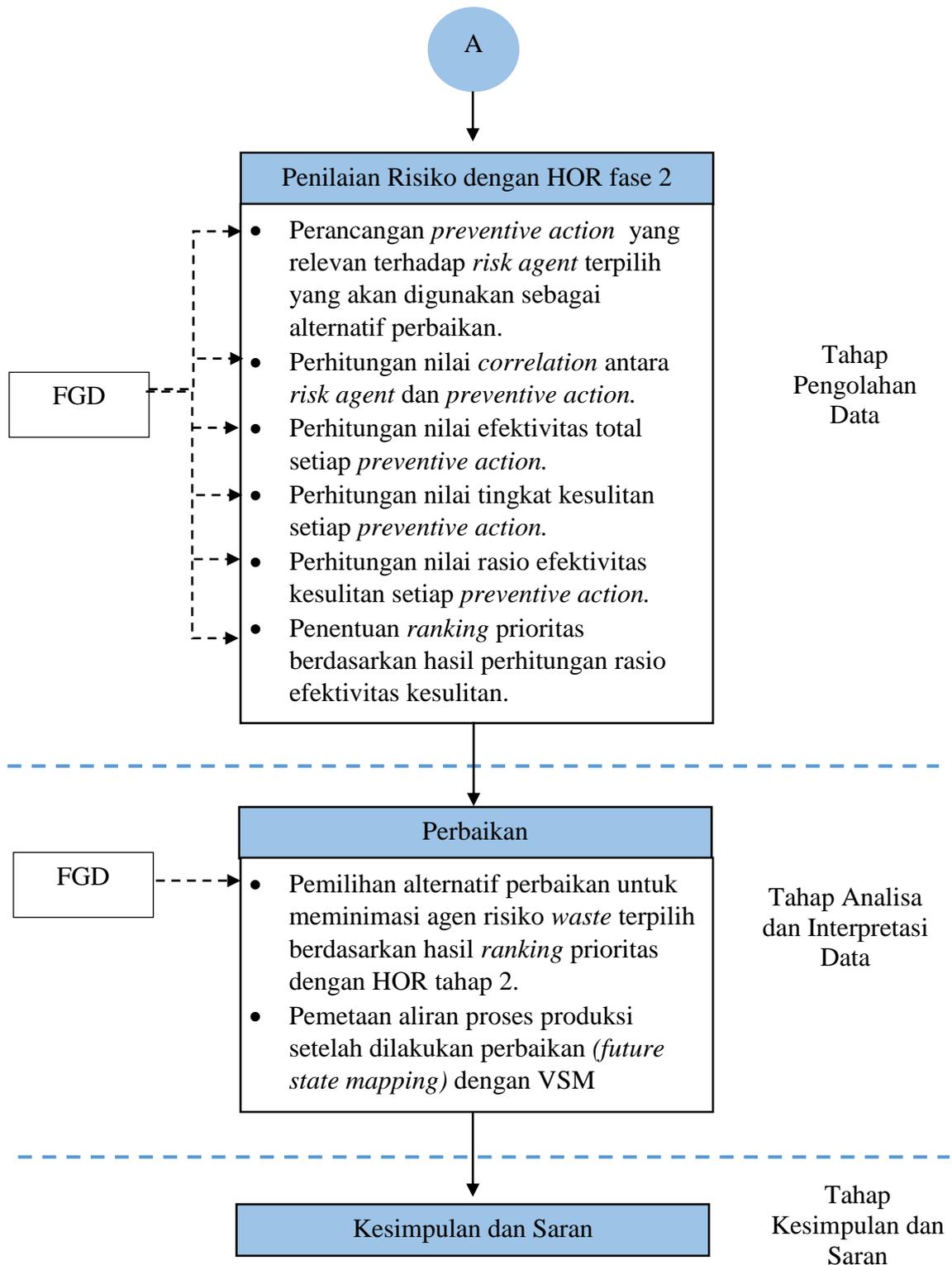
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Penyusunan Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian, sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.2 *Flowchart* Pelaksanaan Penelitian (Lanjutan)

3.2 Penjelasan Flowchart Pelaksanaan Penelitian

Pada sub bab ini diuraikan penjelasan terkait gambaran *flowchart* yang tersusun oleh berbagai tahapan dari awal hingga akhir penelitian.

3.2.1 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang meliputi identifikasi gambaran umum perusahaan, pemetaan aliran proses produksi aktual serta identifikasi *waste* dan penyebabnya yang terjadi pada aktivitas unit produksi, melalui data sekunder, pengamatan langsung, wawancara dan FGD dengan staf pengendalian dan perencanaan produksi, staf bagian produksi produk (asam sulfat, asam fosfat dan ZA) sekaligus staf K3 yang mempunyai pengalaman kerja minimal lima tahun di bidangnya. Temuan *waste* dan penyebabnya di rantai produksi unit produksi III A PT. Petrokimia diartikan sebagai *risk event* dan *risk agent*.

- *Identifikasi Gambaran Umum Perusahaan*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi gambaran umum atau profil PT. Petrokimia Gresik (Persero), khususnya di unit produksi III A.

- *Pemetaan Aliran Proses Produksi Aktual*

Pada tahap ini dilakukan pemetaan aliran proses produksi aktual *current state mapping*) dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). VSM dibuat pada setiap proses produksi ketiga produk unit produksi III A PT. Petrokimia yakni asam sulfat, asam fosfat dan ZA. Pemetaan akan dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan setiap staf bagian produksi dari ketiga produk tersebut sekaligus staf perencanaan dan pengendalian.

- *Identifikasi Waste dan Penyebabnya*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi *waste* dan penyebabnya yang dapat terjadi dalam setiap proses produksi ketiga produk unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) yakni asam sulfat, asam fosfat dan ZA.

- *Penentuan Waste Sebagai (Risk Event) dan Penyebab Waste Sebagai Risk Agent*

Pada tahap ini dilakukan penentuan *risk event* atau kejadian risiko dan *risk agent* atau penyebab risiko dari temuan *waste* dan penyebabnya di tahap

identifikasi sebelumnya. Temuan *waste* tersebut diartikan sebagai *risk event* dan penyebabnya sebagai *risk agent*, guna selanjutnya dianalisa dengan metode HOR.

3.2.2 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dengan metode HOR melalui pelaksanaan FGD yang melibatkan staf pengendalian dan perencanaan produksi, staf bagian produksi produk (asam sulfat, asam fosfat dan ZA) sekaligus staf K3 yang mempunyai pengalaman kerja minimal lima tahun di bidangnya. Pengolahan data tersebut dimulai dengan HOR fase 1 yang ditandai dengan perhitungan nilai *severity* dari *risk event* hingga HOR fase 2 yang diakhiri dengan penentuan *ranking* prioritas berdasarkan hasil perhitungan rasio efektivitas kesulitan. *Risk event* dan *risk agent* yang dimaksud didapati dari tahap pengumpulan data sebelumnya.

- *Perhitungan Nilai Severity dari Risk Event.*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *severity* atau tingkat keparahan dampak yang dapat ditimbulkan *risk event* atau kejadian risiko dengan menentukan nilainya dari skala 1-5 dengan HOR fase 1.

- *Perhitungan Nilai Occurance dari Risk Agent.*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *occurance* atau kemungkinan terjadinya *risk agent* dengan menentukan nilainya dari skala 1-5 dengan HOR fase 1.

- *Perhitungan Nilai Correlation*

Pada tahap ini dilakukan pengembangan matriks hubungan antara masing-masing *risk agent* dan *occurance* dengan HOR fase 1.

- *Perhitungan Nilai Aggregate Risk Potential (ARP)*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential (ARP)* pada setiap *risk event* dan *risk agent* dari *waste* dengan HOR fase 1. Nilai ARP merupakan hasil kemungkinan *occurance* dari *risk agent* dan dampak agregat yang dihasilkan oleh *risk event* yang disebabkan oleh *risk agent*.

- *Penentuan Hasil Risk Agent yang Diprioritaskan*

Pada tahap ini dilakukan penentuan hasil *risk agent* yang diprioritaskan dilakukan *preventive action* atau tindakan pencegahannya dari nilai ARP

tertinggi dengan HOR fase 1. Beri peringkat *risk agent* sesuai dengan hasil ARP nya.

- *Perancangan Preventive Action yang Relevan Terhadap Risk Agent Terpilih*

Pada tahap ini dilakukan perancangan *preventive action* yang dianggap relevan untuk mencegah *risk agent* yang diprioritaskan dengan melihat hasil ARP dan dipilih melalui teknik pareto yakni 80:20. Pada tahap ini, mulai memasuki metode HOR fase 2.

- *Perhitungan Nilai Correlation antara Risk Agent dan Preventive Action*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai hubungan antara setiap *preventive action* dan setiap *risk agent* dengan HOR fase 2. Nilai hubungan yang dihasilkan dapat dianggap sebagai tingkat efektivitas *preventive action* dalam mengurangi kemungkinan terjadinya *risk agent*.

- *Perhitungan Nilai Efektivitas Total Setiap Preventive Action*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan total efektivitas masing-masing *preventive action* dengan HOR fase 2.

- *Perhitungan Nilai Tingkat Kesulitan Setiap Preventive Action*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai tingkat kesulitan dalam melakukan setiap *preventive action* dengan HOR fase 2. Pemberian nilai tingkat kesulitan tersebut harus mencerminkan kondisi keuangan dan sumber daya lain yang diperlukan dalam melakukan tindakan tersebut.

- *Perhitungan Nilai Rasio Efektivitas Kesulitan Setiap Preventive Action*

Pada tahap ini dilakukan rasio efektivitas total dengan tingkat kesulitan *preventive action* terpilih dengan HOR fase 2.

- *Penentuan Ranking Prioritas Nilai Rasio Efektivitas Kesulitan*

Pada tahap ini dilakukan penentuan *ranking* prioritas untuk setiap tindakan *preventive action*. Prioritas paling pertama diberikan untuk tindakan yang memiliki nilai *ETDk* tertinggi pada HOR fase 2.

3.2.3 Tahap Analisa dan Interpretasi Data

Pada tahap ini dilakukan analisa dan interpretasi data dengan metode HOR melalui pelaksanaan FGD yang melibatkan staf pengendalian dan perencanaan

produksi, staf bagian produksi produk (asam sulfat, asam fosfat dan ZA) sekaligus staf K3 yang mempunyai pengalaman kerja minimal lima tahun di bidangnya.. Analisa dan interpretasi data tersebut meliputi pemilihan alternatif perbaikan dan pemetaan aliran proses produksi setelah dilakukan perbaikan.

- *Pemilihan Alternatif Perbaikan*

Pada tahap ini dilakukan pemilihan alternatif perbaikan yang dapat dijalankan unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) guna mengeliminasi agen risiko *waste* terpilih dengan HOR tahap 2

- *Pemetaan Aliran Proses Produksi Setelah Dilakukan Perbaikan*

Pada tahap ini dilakukan pemetaan aliran proses produksi setelah dilakukan perbaikan (*future state mapping*) dengan VSM pada setiap produk unit produksi III A PT. Petrokimia Gresik (Persero).

- *Tahap Penyusunan Alternatif Perbaikan*

Adapun teknik perancangannya dengan menggunakan penilaian yang melibatkan perhitungan nilai korelasi antara agen risiko dengan *prevention action*, nilai efektivitas total, nilai tingkat kesulitan, serta nilai rasio efektifitas total terhadap tingkat kesulitan.

3.2.4 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan sebagai jawaban dari tujuan penelitian yang telah dirumuskan di awal. Selanjutnya, penarikan saran perbaikan dari keseluruhan alur penelitian guna menjadi referensi atau ide awal munculnya penelitian baru nantinya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Responden

Pada proses pengumpulan dan pengolahan data, peran responden dibutuhkan guna menggali informasi terkait permasalahan pemborosan atau *waste* di lantai produksi unit III A PT. Petrokimia Gresik (Persero). Proses pengumpulan dan pengolahan data melalui teknik *Focus Group Discussion* (FGD), dengan melibatkan responden sejumlah empat *expert* yang telah berpengalaman di bidang kerjanya. Responden tersebut dipilih berdasarkan pengalaman kerjanya yang telah melebihi 5 tahun, sehingga mampu memberikan informasi secara objektif. FGD diselenggarakan guna melakukan metode HOR fase 1 dan HOR fase 2, dengan hasil akhir terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* di lantai produksi unit III A PT. Petrokimia Gresik (Persero). Berikut ini adalah profil respon yang dilibatkan dalam penyelenggaraan FGD, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Profil Responden

Nama	Usia	Pendidikan	Jabatan	Mulai Bekerja
Handoko	55 tahun	SLTA/se-derajad	Kabag SA	1982
Supri	55 tahun	SLTA/se-derajad	Kabag PA	1982
Adji	55 tahun	SLTA/se-derajad	Kabag ZA	1982
Delfian	29 tahun	S1	<i>Staff</i> Perencanaan dan Pengendalian	2012

4.2 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping*

Pemetaan alur produksi dengan VSM guna menggambarkan proses produksi dari hulu hingga hilir, sehingga dapat mempermudah mengidentifikasi *waste* dan penyebabnya yang terjadi di setiap alur produksi unit III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Pemborosan yang telah diidentifikasi merupakan *risk event* yang selanjutnya akan dinilai dengan metode HOR. Keseluruhan proses tersebut dilakukan melalui teknik wawancara dan FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA.

Pabrik III atau unit produksi III merupakan unit produksi penunjang atau dengan kata lain unit produksi yang menghasilkan bahan baku untuk unit produksi

lainnya. Unit produksi III A terbagi menjadi dua yakni unit produksi III A dan unit produksi III B. Unit produksi III A terbagi menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

1. Asam Sulfat III A atau *Sulfur Acid* (SA)
2. Asam Fosfat III A atau *Phospat Acid* (PA)
3. Pupuk ZA II

4.2.1 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping* Produk SA

Pabrik Asam sulfat (H_2SO_4) di PT. Petrokimia Gresik (Persero) adalah pabrik yang menghasilkan cairan asam sulfat dari proses pencairan sulfur padat atau *flake*. Target produksi SA pada tahun 2019 sebesar 570.000 ton. Adapun alur proses produksinya, sebagai berikut :

1. *Sulfur handling*

Proses pencairan belerang dengan *steam coil flake* sulfur menjadi *liquid* sulfur.

2. *SO₂ generation*

Proses mereaksikan sulfur dengan oksigen menjadi SO_2 . Reaksi : $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$.

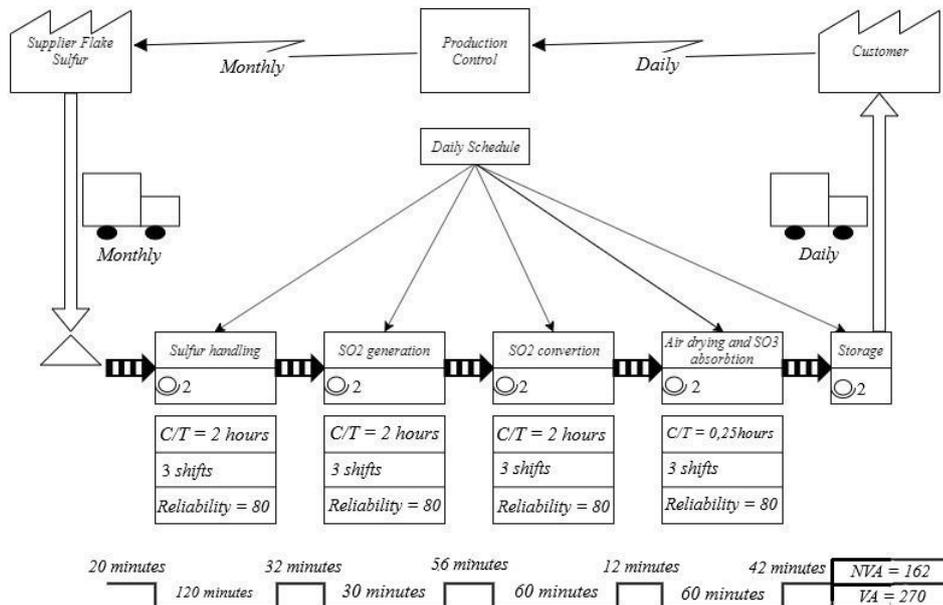
3. *SO₂ conversion*

Proses mereaksikan SO_2 dengan oksigen menjadi SO_3 . Reaksi : $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$.

4. *Air drying dan SO₃ absorbtion*

Proses menyerap air pada udara (pengeringan udara) dan menyerap SO_3 dengan air menjadi asam sulfat. Reaksi : $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$.

Adapun alur proses produksi produk SA dipetakan dalam bentuk *current state mapping* yang tertera pada Gambar 4.1. Pada pemetaan tersebut, dilakukan identifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 26 *risk event* dan 24 *risk agent*, yang tertera pada Tabel 4.2, Tabel 4.3 dan Tabel 4.4. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* tersebut menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Selanjutnya, *risk event* dan *risk agent* tersebut menjadi *input* pada metode HOR fase 1.



Gambar 4.1 Current State Mapping Produk SA

Tabel 4.2 Risk Event Produk SA

Risk Event Produk SA	
1	Kesalahan <i>forecasting</i>
2	Pasokan listrik terganggu
3	Pasokan batu bara terlambat
4	Ketersediaan air baku
5	Gangguan ketersediaan BFW
6	<i>Tube exchanger</i> bocor
7	Vibrasi <i>blower</i>
8	<i>Tube boiler</i> rusak
9	Dinding <i>gun burner</i> deformasi
10	<i>Converter</i> tidak beroperasi maksimal
11	Peralatan pompa bocor
12	Kondisi <i>demister</i> semakin jenuh
13	<i>Exchanger</i> tidak beroperasi maksimal
14	Gangguan <i>supply</i> sulfur ke <i>furnace</i>
15	Gangguan pasokan udara dari <i>blower</i> ke <i>furnace</i>
16	Transfer belerang cair
17	Gangguan suplai belerang cair ke <i>furnace</i>
18	Gangguan sirkulasi <i>acid</i> ke <i>drying tower</i>
19	Gangguan operasional tenaga kerja organik
20	Gangguan operasional tenaga kerja non organik

Tabel 4.3 *Risk Event* Produk SA (Lanjutan)

Risk Event Produk SA	
21	Kecelakaan kerja
22	Penyakit Akibat Kerja (PAK)
23	Baku mutu emisi tidak terpenuhi
24	Baku mutu air limbah tidak terpenuhi
25	Pipa pengiriman SA bocor
26	Durasi distribusi kembali lama

Tabel 4.4 *Risk Agent* Produk SA

Risk Agent Produk SA	
1	<i>Demand</i> konsumen fluktuatif
2	<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi
3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi
4	Kualitas air tidak bagus
5	Mesin/alat <i>aging</i>
6	Mesin/alat korosi
7	Mesin/alat <i>scaling</i>
8	Mesin/alat rusak
9	Performansi mesin menurun
10	<i>Pressure drop</i> katalis naik
11	Kandungan <i>ash</i> belerang yang tinggi
12	Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru
13	Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik
14	Penanganan limbah B3 kurang tepat
15	Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor
16	Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang
17	Lokasi kerja kurang nyaman
18	Usia pabrik mayoritas sudah tua
19	Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat
20	Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang
21	Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah
22	Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik
23	Peningkatan kapasitas produksi
24	Ketersediaan truk terbatas

4.2.2 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping* Produk PA

Pabrik asam fosfat di PT. Petrokimia Gresik (Persero) adalah pabrik yang menghasilkan produk utama asam fosfat (H_3PO_4) digunakan sebagai bahan baku pada Pabrik SP-36 dan NPK Phonska. Target produksi PA pada tahun 2019 sebesar 180.000 ton. Adapun alur proses produksinya, sebagai berikut :

1. *Grinding*

Proses menghaluskan *phosphate rock*.

2. *Hemyhydrate reaction*

Proses mereaksikan *phosphate rock* dengan asam sulfat menjadi asam fosfat. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaSO}_4 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$.

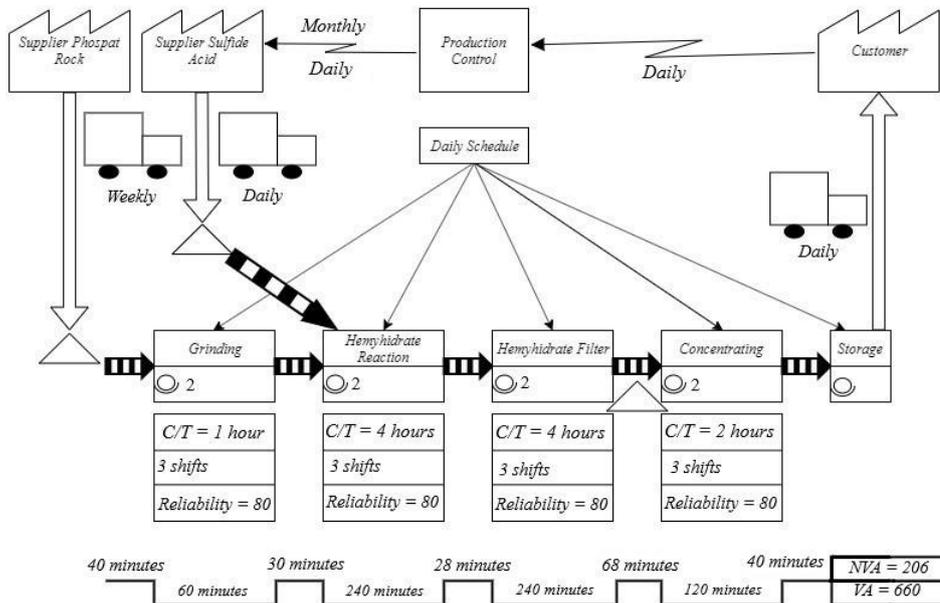
3. *Hemyhydrate filter*

Proses memfiltrasi dan *hemyhydrate slurry* untuk mendapatkan filtrasi pertama P_2O_5 37% dan memisahkannya dari padatan *phospo gypsum*.

4. Konsentrasi

Proses memekatkan filtrasi pertama P_2O_5 37% menjadi P_2O_5 48% lebih pekat.

Adapun alur proses produksi produk PA dipetakan dalam bentuk *current state mapping* yang tertera pada Gambar 4.2 *Current State Mapping* Produk PA. Pada pemetaan tersebut, dilakukan identifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 37 *risk event* dan 30 *risk agent*, yang tertera pada Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* tersebut menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Selanjutnya, *risk event* dan *risk agent* tersebut menjadi *input* pada metode HOR fase 1.



Gambar 4.2 Current State Mapping Produk PA

Tabel 4.5 Risk Event Produk PA

Risk Event Produk PA	
1	Kesalahan <i>forecasting</i>
2	Pasokan listrik terganggu
3	Pasokan batu bara terlambat
4	Ketersediaan air baku
5	Ketidaksediaan/ <i>overstock</i> asam sulfat
6	Ketersediaan/ <i>overstock</i> phosphate rock
7	<i>Offspec</i> phosphate rock
8	Persiapan phosphate rock di rock grinding tidak maksimal
9	Phosphate rock dari pelabuhan ke dome terhambat
10	Indikator mass flow rate phosphate rock tidak akurat
11	Bucket pada ground rock bucket elevator tersangkut
12	Proses pengadukan terganggu
13	Blower tidak beroperasi maksimal
14	Filter tidak beroperasi maksimal
15	Sistem perpipaan bocor
16	Rubber tidak beroperasi maksimal
17	Tube exchanger bocor dan buntu
18	Pompa tidak bekerja maksimal
19	Exchanger tidak bekerja maksimal
20	Gangguan vibrasi impeller

Tabel 4.6 Risk Event Produk PA (Lanjutan)

Risk Event Produk PA	
21	Gangguan sistem lubrikasi
22	Gangguan kebocoran <i>digester</i>
23	Pengendapan <i>slurry</i>
24	<i>Pan cell</i> tidak beroperasi maksimal
25	<i>Chain drag conveyor</i> berpotensi tidak beroperasi maksimal
26	Gangguan pada proses konsentrasi
27	<i>Cooling tower</i> tidak memenuhi air pendingin yang diharapkan
28	<i>Product off spec</i>
29	Gangguan operasional tenaga kerja organik
30	Gangguan operasional tenaga kerja non organik
31	Kecelakaan kerja
32	Penyakit Akibat Kerja (PAK)
33	Pencemaran lingkungan
34	Baku mutu emisi tidak terpenuhi
35	Baku mutu air limbah tidak terpenuhi
36	Pengiriman PA terganggu
37	Durasi distribusi kembali lama

Tabel 4.7 Risk Agent Produk PA

Risk Agent Produk PA	
1	<i>Demand</i> konsumen fluktuatif
2	<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi
3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi
4	Kualitas air tidak bagus
5	Kualitas <i>phosphate rock</i> tidak sesuai
6	Mesin/alat <i>aging</i>
7	Mesin/alat korosi
8	Mesin/alat <i>scaling</i>
9	Mesin/alat abrasi
10	Mesin/alat rusak
11	Performansi mesin menurun
12	<i>Supply</i> bahan baku terganggu
13	Indikator <i>error</i>
14	Sistem pelumasan
15	Tidak ada <i>emergency power agitator</i>
16	Terdapat celah di gudang
17	<i>Dedusting system</i> kurang berfungsi maksimal

Tabel 4.8 *Risk Agent* Produk PA (Lanjutan)

<i>Risk Agent</i> Produk PA	
18	Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru
19	Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik
20	Penanganan limbah B3 kurang tepat
21	Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor
22	Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang
23	Lokasi kerja kurang nyaman
24	Usia pabrik mayoritas sudah tua
25	Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat
26	Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang
27	Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah
28	Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik
29	Peningkatan kapasitas produksi
30	Ketersediaan truk terbatas

4.2.3 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping* Produk ZA

Pabrik ZA II adalah pabrik yang menghasilkan pupuk ZA atau ammonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ berbentuk kristal putih. Target produksi PA pada tahun 2019 sebesar 330.000 ton. Adapun alur proses produksinya, sebagai berikut :

1. Karbonasi

Proses mereaksikan gas amonia dengan CO_2 dan air menghasilkan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Reaksi : $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{energi}$.

2. Reaksi

Proses mereaksikan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ dengan *gypsum* dan air menjadi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.
Reaksi : $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

3. Filtrasi

Proses memisahkan CaCO_3 dari $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

4. Netralisasi

Proses mereaksikan sisa NH_3 dengan H_2SO_4 dan menambah sejumlah larutan ZA. Reaksi : $2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

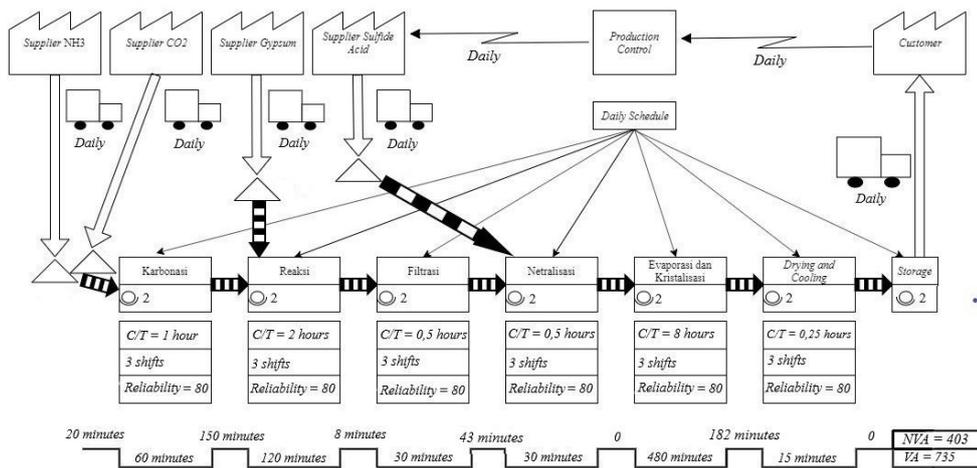
5. Evaporasi dan Kristalisasi

Proses menguapkan air dan pembentukan kristal.

6. Drying dan Cooling

Proses mengeringkan dan mendinginkan produk. Adapun alur proses produksi produk ZA dipetakan dalam bentuk *current state mapping* yang tertera pada Gambar 4.3. Pada pemetaan tersebut, dilakukan identifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 28 *risk event* dan 28 *risk agent*, yang tertera pada Tabel 4.9,

Tabel 4.10, Tabel 4.11 dan Tabel 4.12. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* tersebut menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Selanjutnya, *risk event* dan *risk agent* tersebut menjadi *input* pada metode HOR fase 1.



Gambar 4.3 Current State Mapping Produk ZA

Tabel 4.9 Risk Event Produk ZA

Risk Event Produk ZA	
1	Kesalahan <i>forecasting</i>
2	Pasokan listrik terganggu
3	Pasokan batu bara terlambat
4	Ketersediaan air baku
5	Keterlambatan bongkar muat bahan baku amonia
6	Bahan baku <i>Gypsum</i> tidak sesuai
7	Gangguan pasokan CO2
8	Pengaturan sumber <i>power</i> terganggu
9	<i>Tube exchanger</i> bocor
10	Exchanger tidak bisa menguapkan NH3 cair menjadi <i>vapour</i>

Tabel 4.10 *Risk Event* Produk ZA (Lanjutan)

Risk Event Produk ZA	
11	Unit <i>premixer</i> bocor
12	<i>Blower</i> tidak bisa beroperasi maksimal
13	Pompa tidak bisa beroperasi secara maksimal
14	<i>Support</i> berstruktur beton dan baja runtuh
15	Gangguan sistem filtrasi
16	Keterlambatan proses pemisahan <i>slurry</i>
17	Transfer larutan kristal ZA terganggu
18	<i>Palletizer</i> tidak beroperasi maksimal
19	<i>Conveyor</i> tidak beroperasi maksimal
20	Gangguan operasional tenaga kerja organik
21	Gangguan operasional tenaga kerja <i>non</i> organik
22	Kecelakaan kerja
23	Penyakit Akibat Kerja (PAK)
24	Baku mutu emisi tidak terpenuhi
25	Baku mutu air limbah tidak terpenuhi
26	Pengelolaan LB3 (Kapur dan <i>Gypsum</i>) tidak terpenuhi
27	Truk pengiriman <i>end product</i> terlambat
28	Durasi distribusi kembali lama

Tabel 4.11 *Risk Agent* Produk ZA

Risk Agent Produk ZA	
1	<i>Demand</i> konsumen fluktuatif
2	<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi
3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi
4	Kualitas air tidak bagus
5	Gangguan proses di unit PA
6	Gangguan proses di Pabrik I
7	Terdapat dua sumber <i>power</i> masuk bersamaan
8	Mesin/alat <i>aging</i>
9	Mesin/alat korosi
10	Mesin/alat <i>scaling</i>
11	Mesin/alat abrasi
12	Mesin/alat rusak
13	Performansi mesin/alat menurun
14	Struktur korosi
15	Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru
16	Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik
17	Penanganan limbah B3 kurang tepat

Tabel 4.12 *Risk Agent* Produk ZA (Lanjutan)

<i>Risk Agent</i> Produk ZA	
18	Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor
19	Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang
20	Lokasi kerja kurang nyaman
21	Usia pabrik mayoritas sudah tua
22	Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat
23	Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang
24	Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah
25	Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik
26	Peningkatan kapasitas produksi
27	Kekurangan lahan penyimpanan
28	Ketersediaan truk terbatas

4.3 Penilaian Risiko Terhadap *Waste* Dengan HOR fase 1

Tahap penilaian risiko terhadap *waste* yang terjadi di setiap alur produksi unit III A yakni produk SA, PA, dan ZA dilakukan dengan metode HOR fase 1 yang dimulai dengan menentukan *risk event* atau kejadian risiko. *Waste* yang terjadi di alur proses produksi yang telah dipetakan sebelumnya menggunakan metode VSM, merupakan *risk event* yang akan dinilai berdasarkan tingkat *severity* dan ditentukan penyebabnya atau *risk agent*. Setelah *risk agent* ditentukan kemudian dinilai berdasarkan tingkat *occurrence*, dan menentukan nilai korelasi antara *risk event* dan *risk agent*. Pemberian nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi mengacu pada skala yang tertera pada Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20 serta Tabel 4.21. *Output* dari perhitungan dengan mengkalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi antara *risk event* dan *risk agent*, menghasilkan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP). Nilai ARP digunakan untuk menentukan prioritas *risk agent* dengan menggunakan teknik pareto. Pada teknik pareto akan dilakukan sistem *ranking* 20:80. *Risk agent* terpilih nantinya akan menjadi *input* pada tahap perancangan alternatif perbaikan dengan HOR fase 2. Keseluruhan proses penilaian risiko terhadap *waste* dengan metode HOR fase 1 dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA.

Tabel 4.13 Skala *Severity*

Dampak Risiko	Kriteria Nilai Dampak				
	1	2	3	4	5
Kompartemen Pabrik III					
<i>Production factor</i> rendah.	Realisasi bulanan = 95,1-99% KPI.	Realisasi bulanan = 90,1-95% KPI.	Realisasi bulanan = 85,1-90% KPI.	Realisasi bulanan = 80,1-85% KPI.	Realisasi bulanan <= 80% KPI.
<i>On stream factor</i> rendah.	Realisasi bulanan = 95,1-99% KPI.	Realisasi bulanan = 90,1-95% KPI.	Realisasi bulanan = 85,1-90% KPI.	Realisasi bulanan = 80,1-85% KPI.	Realisasi bulanan <= 80% KPI.
Rate produksi rendah.	Realisasi bulanan = 95,1-99% KPI.	Realisasi bulanan = 90,1-95% KPI.	Realisasi bulanan = 85,1-90% KPI.	Realisasi bulanan = 80,1-85% KPI.	Realisasi bulanan <= 80% KPI.
<i>Consumption rate</i> tinggi.	Realisasi bulanan = 100,1-101% RKAP.	Realisasi bulanan = 101,1-102% RKAP.	Realisasi bulanan = 102,1-103% RKAP.	Realisasi bulanan = 103,1-104% RKAP.	Realisasi bulanan >104% RKAP.
Kualitas produk rendah.	Penyimpangan kualitas <2,5% dari batasan.	Penyimpangan kualitas 2,6-5% dari batasan.	Penyimpangan kualitas 5,1-7,5% dari batasan.	Penyimpangan kualitas 7,6-10% dari batasan.	Penyimpangan kualitas >10% dari batasan.
Polusi lingkungan.	-	-	-	-	Ada penyimpangan kualitas limbah cair dan gas.
Kecelakaan kerja tinggi.	-	-	-	-	Ada potensi mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.14 Skala *Severity* (Lanjutan)

Dampak Risiko	Kriteria Nilai Dampak				
	1	2	3	4	5
<i>Breakdown</i> peralatan utama tinggi, sesuai dengan kriteria di Prosedur Pemeliharaan Pabrik (PR-02-0022)	Kategori Alat C (Apabila terjadi kerusakan tidak berpengaruh terhadap operasional unit pabrik).	Kategori Alat B (Apabila terjadi kerusakan unit pabrik tidak sampai <i>shutdown</i> , tetapi terjadi penurunan <i>rate</i> produksi).	Kategori Alat B (Apabila terjadi kerusakan unit pabrik <i>shutdown</i> , dan terjadi penurunan <i>rate</i> produksi).	Kategori Alat A (Apabila terjadi kerusakan unit pabrik <i>shutdown</i> atau tidak bisa <i>start-up</i>).	Kategori Alat A & L (Apabila terjadi kerusakan, unit pabrik <i>shutdown</i> , atau tidak bisa <i>start-up</i> dan <i>equipment</i> yang terkait dengan Peraturan Pemerintah atau UU.
Bahan baku <i>stock out</i> .	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4,1-8 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 8,1-12 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 12,1-24 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> >24 jam.
Bahan penolong <i>stock out</i> .	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4,1-8 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 8,1-12 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4,1-8 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> >24 jam.
<i>Supply</i> utilitas terganggu.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4,1-8 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 8,1-12 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> ≤ 4,1-8 jam.	Menyebabkan pabrik <i>shut down</i> >24 jam.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.15 Skala *Severity* (Lanjutan)

Dampak Risiko	Kriteria Nilai Dampak				
	1	2	3	4	5
Departemen LK3					
Baku Mutu Air Limbah tidak terpenuhi	Tidak terjadi pelanggaran.	Terjadi pelanggaran ringan.	Pelanggaran yang menyebabkan dilakukannya teguran tertulis.	Pelanggaran yang menyebabkan dilakukan proses paksaan pemerintah.	Pelanggaran yang menyebabkan dikenakan sanksi pidana/pembekuan ijin usaha.
Pengelolaan emisi kurang memadai.	Tidak terjadi komplain dari masyarakat.	Komplain terjadi 6 bulan sekali.	Komplain terjadi 4 bulan sekali.	Komplain terjadi 2 bulan sekali.	Komplain terjadi 1 bulan sekali.
Pembinaan, pengawasan, dan kesadaran K3 kurang.	Tidak terjadi kecelakaan kerja.	Terjadi kecelakaan kerja dan tidak ada jam kerja yang hilang.	Terjadi kecelakaan kerja dan jam kerja yang hilang 1 hari kerja.	Terjadi kecelakaan kerja dan jam kerja hilang 2 hari kerja.	Terjadi kecelakaan kerja dan <i>fatality</i> .
Tidak terpenuhinya pengelolaan limbah padat.	Kapasitas penampungan <i>by product</i> >8 tahun.	Kapasitas penampungan <i>by product</i> 6-8 tahun.	Kapasitas penampungan <i>by product</i> 4-6 tahun.	Kapasitas penampungan <i>by product</i> 2-4 tahun.	Kapasitas penampungan <i>by product</i> <2 tahun.
Penanganan penanggulangan pemadaman kebakaran tidak optimal/tidak handal.	Tidak mengganggu operasional pabrik dan tidak ada kerusakan alat/fasilitas.	Tidak mengganggu operasional pabrik dan ada kerusakan ringan alat/fasilitas. Perbaikan maksimal 1 hari.	Tidak mengganggu operasional pabrik dan ada kerusakan sedang alat/fasilitas. Perbaikan maksimal <1 minggu.	Tidak mengganggu operasional pabrik dan ada kerusakan berat alat/fasilitas. Perbaikan >1 minggu.	Mematikan operasional pabrik dan ada kerusakan alat/fasilitas serta korban manusia.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.16 Skala *Severity* (Lanjutan)

Dampak Risiko	Kriteria Nilai Dampak				
	1	2	3	4	5
Peningkatan jumlah pekerja yang mengalami Penyakit Akibat Kerja (PAK).	Tidak ada penurunan fungsi.	Terjadi penurunan fungsi 1-30%.	Terjadi penurunan fungsi 31-60%.	Terjadi penurunan fungsi 61-90%.	Terjadi penurunan fungsi >90% atau permanen.
Tidak direkomendasikan perpanjangan atau resertifikasi SML dan SMK3.	Tidak berpengaruh terhadap kinerja Lingkungan & K3.	Berpengaruh terhadap kinerja Lingkungan & K3 dengan 1-20%.	Berpengaruh terhadap kinerja Lingkungan & K3 dengan 21-40%.	Berpengaruh terhadap kinerja Lingkungan & K3 dengan 41-60%.	Berpengaruh terhadap kinerja Lingkungan & K3 dengan >61%.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.17 Skala *Occurrence*

Kemungkinan Risiko	Kriteria Nilai Kemungkinan				
	1	2	3	4	5
Kompartemen Pabrik III					
<i>Production factor</i> rendah.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI <2X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =3X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =4X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =5X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI >5X.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.18 Skala *Occurrence* (Lanjutan)

Kemungkinan Risiko	Kriteria Nilai Kemungkinan				
	1	2	3	4	5
<i>On stream factor</i> rendah.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI <2X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =3X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =4X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =5X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI >5X.
<i>Rate produksi</i> rendah.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI <2X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =3X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =4X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =5X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI >5X.
<i>Consumption rate</i> rendah.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI <2X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =3X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =4X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI =5X.	Realisasi bulanan tidak memenuhi target KPI >5X.
Kualitas produksi rendah.	Penyimpangan kualitas 0X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 1X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 2X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 3X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 4X jumlah analisa.
Polusi lingkungan.	Penyimpangan kualitas 0X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 1X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 2X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 3X jumlah analisa.	Penyimpangan kualitas 4X jumlah analisa.
Kecelakaan kerja tinggi.	Terjadi 0-2X.	Terjadi 3-4X.	Terjadi 5-6X.	Terjadi 7-8X.	Terjadi >8X.
<i>Breakdown</i> peralatan utama tinggi.	ECA level peralatan <i>Brand New</i> atau <i>Excellence</i> .	ECA level peralatan <i>Very Good</i> atau <i>Good, Serviceable</i> .	ECA level peralatan <i>Acceptable</i> atau <i>Barely Acceptable</i> .	ECA level peralatan <i>Below Standard</i> atau <i>Poor</i> .	ECA level peralatan <i>Bad</i> atau <i>Unusable</i> .
Bahan baku <i>stock out</i> .	Terjadi 1X.	Terjadi 2X.	Terjadi 3X.	Terjadi 4X.	Terjadi >4X.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.19 Skala *Occurrence* (Lanjutan)

Kemungkinan Risiko	Kriteria Nilai Kemungkinan				
	1	2	3	4	5
Bahan penolong <i>stock out</i> .	Terjadi 1X.	Terjadi 2X.	Terjadi 3X.	Terjadi 4X.	Terjadi >4X.
<i>Supply</i> utilitas terganggu.	Terjadi 1X.	Terjadi 2X.	Terjadi 3X.	Terjadi 4X.	Terjadi >4X.
Departemen LK3					
Baku Mutu Air Limbah tidak terpenuhi	Pelanggaran 1X/bulan.	Pelanggaran 2X/bulan.	Pelanggaran 3X/bulan.	Pelanggaran 4X/bulan.	Pelanggaran >4X/bulan.
Pengelolaan emisi kurang memadai.	Tidak terjadi pencemaran lingkungan.	Pencemaran terjadi 4 bulan sekali.	Pencemaran terjadi 3 bulan sekali.	Pencemaran terjadi 2 bulan sekali.	Pencemaran terjadi 1 bulan sekali.
Pembinaan, pengawasan, dan kesadaran K3 kurang.	Tidak terjadi pelanggaran K3/bulan.	Terjadi 1-4X pelanggaran K3/bulan.	Terjadi 5-7X pelanggaran K3/bulan.	Terjadi 8-10X pelanggaran K3/bulan.	Terjadi >10X pelanggaran K3/bulan.
Tidak terpenuhinya pengelolaan limbah padat.	Tidak pernah terjadi.	Kemungkinan terjadi 5 tahun sekali.	Kemungkinan terjadi 4 tahun sekali.	Kemungkinan terjadi 3 tahun sekali.	Kemungkinan terjadi 2 tahun sekali.

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.20 Skala *Occurrence* (Lanjutan)

Kemungkinan Risiko	Kriteria Nilai Kemungkinan				
	1	2	3	4	5
Penanganan penanggulangan pemadaman kebakaran tidak optimal/tidak handal.	Tidak pernah gagal/terlambat.	Jarang gagal/terlambat <20% dari total kejadian.	Kadang gagal/terlambat 20-40% dari total kejadian.	Normal 40-60% dari total kejadian.	Sering gagal/terlambat 60-80% dari total kejadian.
Peningkatan jumlah pekerja yang mengalami Penyakit Akibat Kerja (PAK).	Tidak pernah terjadi.	1 kejadian dalam 10 tahun.	1 kejadian dalam 5 tahun.	1 kejadian dalam 3 tahun.	>1 kejadian dalam 1 tahun.
Tidak direkomendasikan perpanjangan atau resertifikasi SML dan SMK3.	Tidak pernah terjadi.	Terdapat temuan 1-4 minor.	Terdapat temuan 5-10 minor.	Kemungkinan terdapat temuan 1 major.	Kemungkinan terdapat temuan <i>fatality</i> .

(Sumber: Data sekunder PT. Petrokimia Gresik (Persero) (PKG))

Tabel 4.21 Korelasi Antara *Risk Event* dan *Risk Agent*

Klasifikasi penilaian		Deskripsi
0	Tidak ada korelasi	Agen risiko tidak menyebabkan terjadinya kejadian risiko
1	Korelasi lemah	Agen risiko berperan kecil dalam menyebabkan terjadinya kejadian risiko
3	Korelasi sedang	Agen risiko berperan sedang dalam menyebabkan terjadinya kejadian risiko
9	Korelasi kuat	Agen risiko berperan besar dalam menyebabkan terjadinya kejadian risiko

(Pujawan & Geraldin, 2009)

4.3.1 Penilaian Tingkat *Severity* Produk SA

Keseluruhan proses penilaian tingkat *severity* produk SA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Berdasarkan proses bisnis yang digunakan yakni *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) meliputi *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*, telah teridentifikasi sejumlah 26 *risk event* pada produk SA yang dinotasikan dengan E1 hingga E26. Setiap *risk event* telah ditentukan nilai *severity* yang tertera pada Tabel 4.22 dan

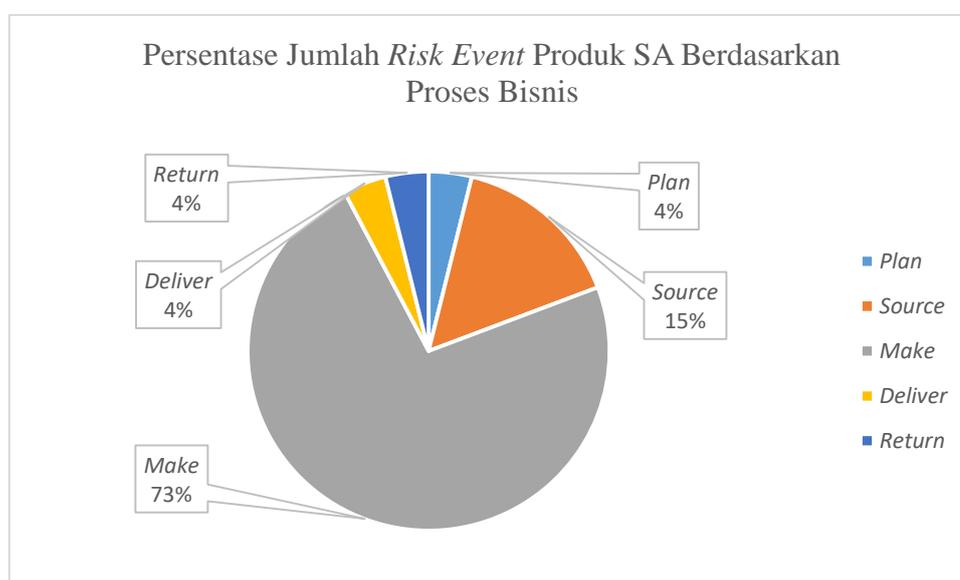
Tabel 4.23. Persentase jumlah *risk event* produk SA berdasarkan proses bisnisnya tertera di Gambar 4.4, menjelaskan bahwa *risk event* paling banyak terjadi pada tahap *make* yakni sebesar 73%.

Tabel 4.22 Penilaian Tingkat *Severity* Produk SA

<i>Business Processes</i>	<i>Risk Events</i>		<i>Severity of Risk Event</i>
<i>Plan</i>	E1	Kesalahan <i>forecasting</i>	4
<i>Source</i>	E2	Pasokan listrik terganggu	3
	E3	Pasokan batu bara terlambat	3
	E4	Ketersediaan air baku	4
	E5	Gangguan ketersediaan BFW	3
	<i>Make</i>	E6	<i>Tube exchanger</i> bocor
E7		Vibrasi <i>blower</i>	3
E8		<i>Tube boiler</i> rusak	4
E9		Dinding <i>gun burner</i> deformasi	4
E10		<i>Converter</i> tidak beroperasi maksimal	5
E11		Peralatan pompa bocor	4
E12		Kondisi <i>demister</i> semakin jenuh	5

Tabel 4.23 Penilaian Tingkat *Severity* Produk SA (Lanjutan)

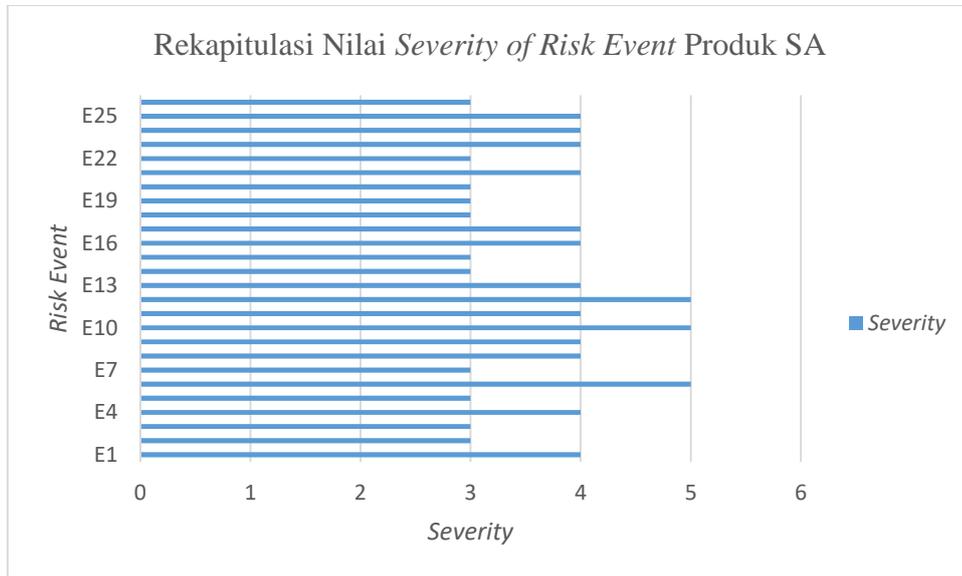
<i>Business Processes</i>	<i>Risk Events</i>		<i>Severity of Risk Event</i>
<i>Make</i>	E13	<i>Exchanger</i> tidak beroperasi maksimal	4
	E14	Gangguan <i>supply</i> sulfur ke <i>furnace</i>	3
	E15	Gangguan pasokan udara dari <i>blower</i> ke <i>furnace</i>	3
	E16	Transfer belerang cair	4
	E17	Gangguan suplai belerang cair ke <i>furnace</i>	4
	E18	Gangguan sirkulasi <i>acid</i> ke <i>drying tower</i>	3
	E19	Gangguan operasional tenaga kerja organik	3
	E20	Gangguan operasional tenaga kerja <i>non</i> organik	3
	E21	Kecelakaan kerja	4
	E22	Penyakit Akibat Kerja (PAK)	3
	E23	Baku mutu emisi tidak terpenuhi	4
	E24	Baku mutu air limbah tidak terpenuhi	4
<i>Deliver</i>	E25	Pipa pengiriman SA bocor	4
<i>Return</i>	E26	Durasi distribusi kembali lama	3



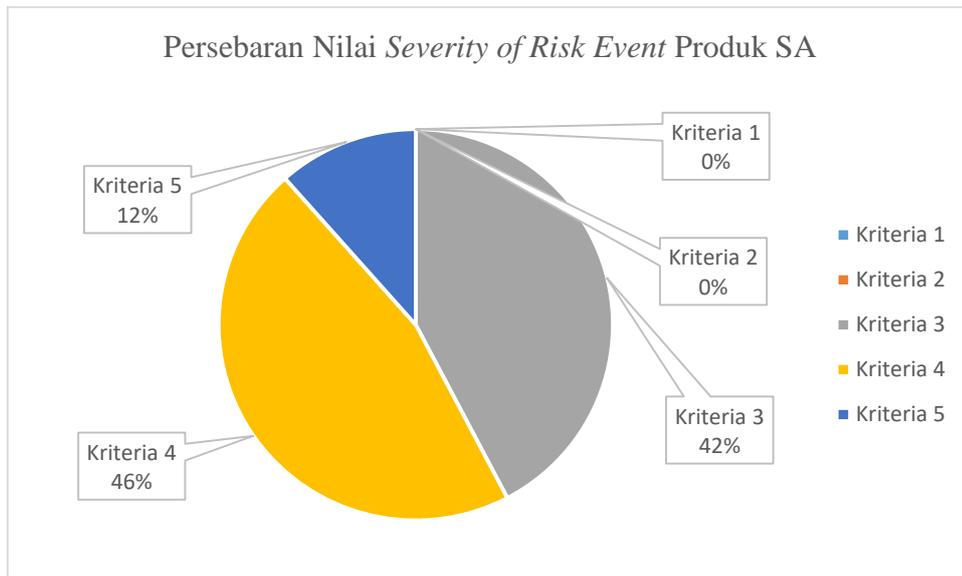
Gambar 4.4 Persentase Jumlah *Risk Event* Produk SA

Adapun rekapitulasi nilai *severity of risk event* produk SA tertera pada Gambar 4.5 yang menerangkan bahwa nilai *severity* kriteria 4 merupakan nilai yang paling banyak sebesar 46% pada Gambar 4.6. Klasifikasi kriteria 4 berdasarkan Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, berartikan bahwa *risk event* pemborosan pada produk

SA mempunyai tingkat keparahan tinggi yang dapat menyebabkan pengaruh tinggi pada sistem operasi di rantai produksi.



Gambar 4.5 Rekapitulasi Nilai Severity of Risk Event Produk SA



Gambar 4.6 Persebaran Nilai Severity of Risk Event Produk SA

4.3.2 Penilaian Tingkat Severity Produk PA

Keseluruhan proses penilaian tingkat *severity* produk PA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Berdasarkan proses bisnis yang digunakan yakni *Supply Chain Operation Reference (SCOR)* meliputi *plan, source,*

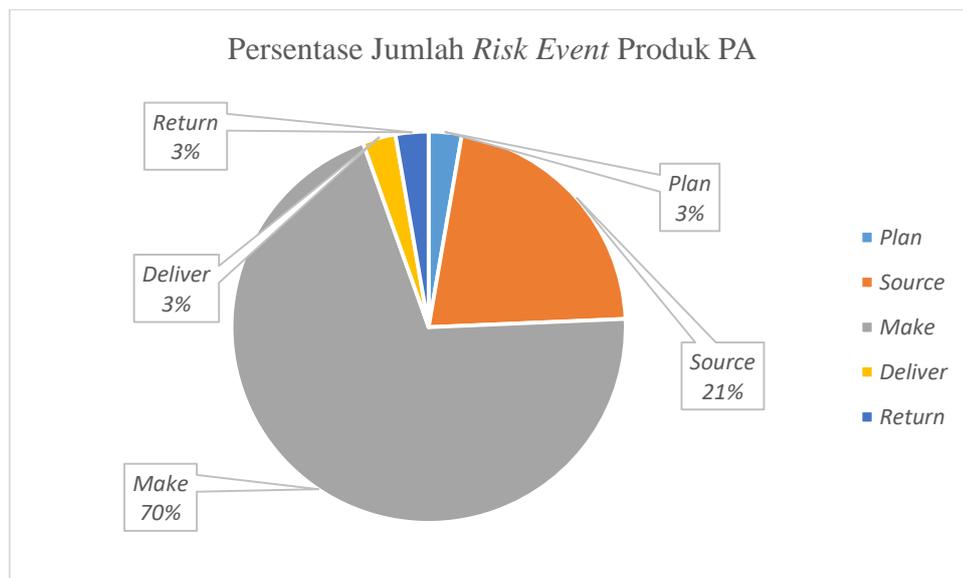
make, deliver, dan return, telah teridentifikasi sejumlah 37 *risk event* pada produk PA yang dinotasikan dengan E1 hingga E37. Setiap *risk event* telah ditentukan nilai *severity* yang tertera pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25. Persentase jumlah *risk event* produk PA berdasarkan proses bisnisnya tertera di Gambar 4.7, menjelaskan bahwa *risk event* paling banyak terjadi pada tahap *make* yakni sebesar 70%.

Tabel 4.24 Penilaian Tingkat *Severity* Produk PA

<i>Business Processes</i>	<i>Risk Events</i>		<i>Severity of Risk Event</i>
<i>Plan</i>	E1	Kesalahan <i>forecasting</i>	4
<i>Source</i>	E2	Pasokan listrik terganggu	3
	E3	Pasokan batu bara terlambat	3
	E4	Ketersediaan air baku	4
	E5	Ketidaksediaan/ <i>overstock</i> asam sulfat	4
	E6	Ketersediaan/ <i>overstock phosphate rock</i>	4
	E7	<i>Offspec phosphate rock</i>	4
	E8	Persiapan <i>phosphate rock</i> di <i>rock grinding</i> tidak maksimal	3
	E9	<i>Phosphate rock</i> dari pelabuhan ke <i>dome</i> terhambat	4
<i>Make</i>	E10	Indikator <i>mass flow rate phosphate rock</i> tidak akurat	3
	E11	<i>Bucket</i> pada <i>ground rock bucket elevator</i> tersangkut	4
	E12	Proses pengadukan terganggu	4
	E13	<i>Blower</i> tidak beroperasi maksimal	4
	E14	<i>Filter</i> tidak beroperasi maksimal	4
	E15	Sistem perpipaan bocor	4
	E16	<i>Rubber</i> tidak beroperasi maksimal	4
	E17	<i>Tube exchanger</i> bocor dan buntu	4
	E18	Pompa tidak bekerja maksimal	4
	E19	<i>Exchanger</i> tidak bekerja maksimal	3
	E20	Gangguan vibrasi <i>impeller</i>	4
	E21	Gangguan sistem pelumasan	4
	E22	Gangguan kebocoran <i>digester</i>	4
	E23	Pengendapan <i>slurry</i>	4
	E24	<i>Pan cell</i> tidak beroperasi maksimal	4
	E25	<i>Chain drag conveyor</i> berpotensi tidak beroperasi maksimal	4

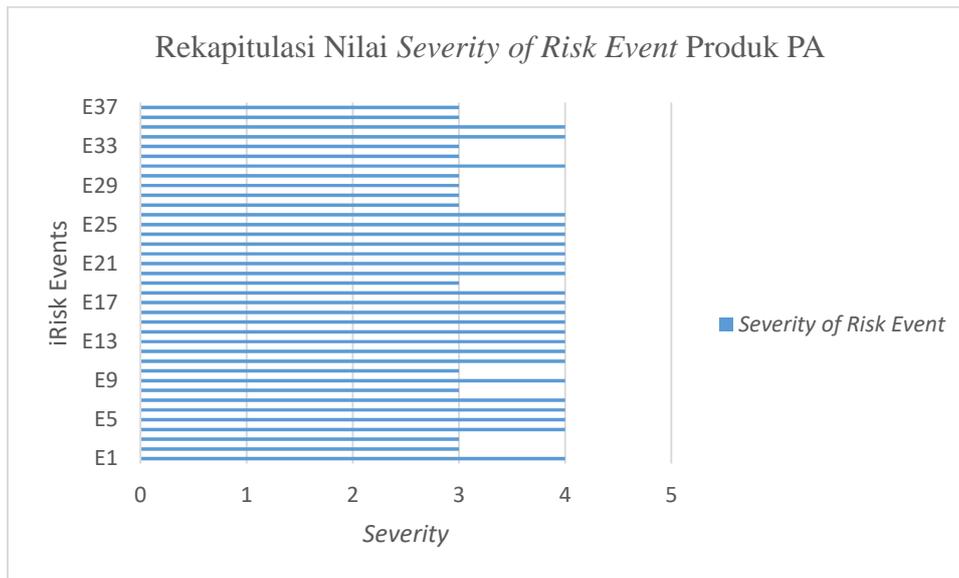
Tabel 4.25 Penilaian Tingkat *Severity* Produk PA (Lanjutan)

<i>Business Processes</i>	<i>Risk Events</i>		<i>Severity of Risk Event</i>
Make	E26	Gangguan pada proses konsentrasi	4
	E27	Cooling tower tidak memenuhi air pendingin yang diharapkan	3
	E28	Product off spec	3
	E29	Gangguan operasional tenaga kerja organik	3
	E30	Gangguan operasional tenaga kerja non organik	3
	E31	Kecelakaan kerja	4
	E32	Penyakit Akibat Kerja (PAK)	3
	E33	Pencemaran lingkungan	3
	E34	Baku mutu emisi tidak terpenuhi	4
	E35	Baku mutu air limbah tidak terpenuhi	4
Deliver	E36	Pengiriman PA terganggu	3
Return	E37	Durasi distribusi kembali lama	3

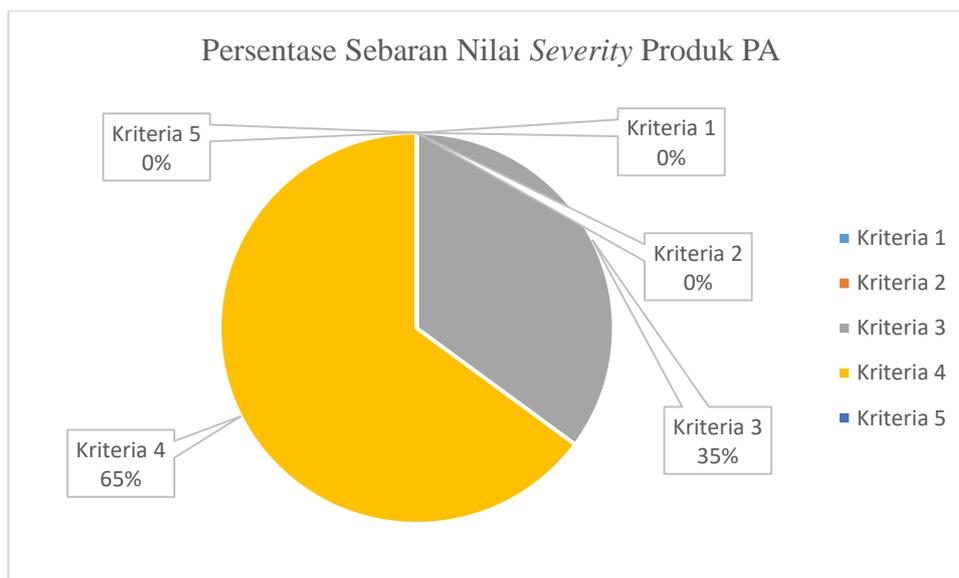


Gambar 4.7 Persentase Jumlah *Risk Event* Produk PA

Adapun rekapitulasi nilai *severity of risk event* produk PA tertera pada Gambar 4.8 yang menerangkan bahwa nilai *severity* kriteria 4 merupakan nilai tertinggi dan paling banyak sebesar 65% pada Gambar 4.9. Klasifikasi kriteria 4 berdasarkan Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, berartikan bahwa *risk event* pemborosan pada produk PA mempunyai tingkat keparahan tinggi yang dapat menyebabkan pengaruh tinggi pada sistem operasi di rantai produksi.



Gambar 4.8 Rekapitulasi Nilai *Severity of Risk Event* Produk PA



Gambar 4.9 Persentase Sebaran Nilai *Severity* Produk PA

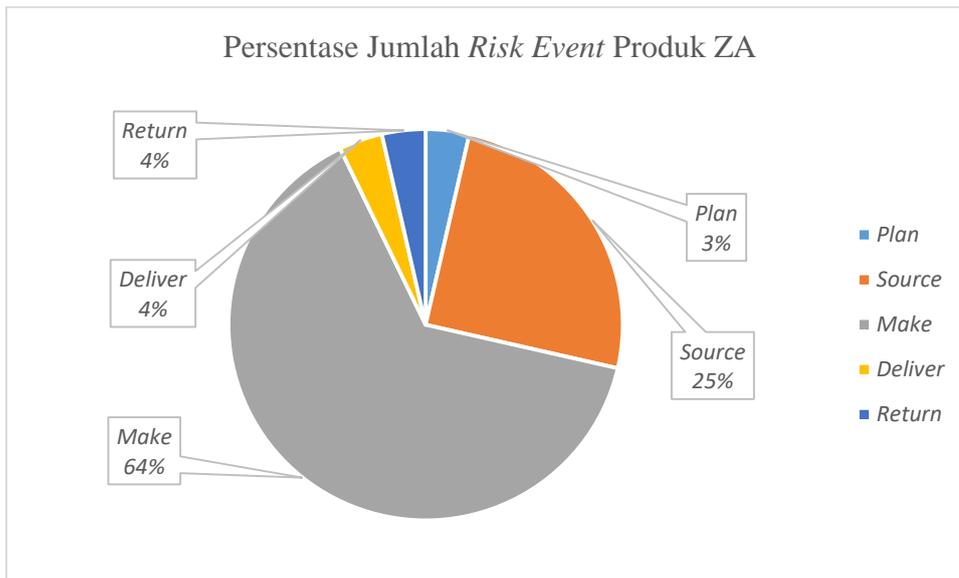
4.3.3 Penilaian Tingkat *Severity* Produk ZA

Keseluruhan proses penilaian tingkat *severity* produk ZA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Berdasarkan proses bisnis yang digunakan yakni *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) meliputi *plan, source, make, deliver, dan return*, telah teridentifikasi sejumlah 28 *risk event* pada produk ZA yang dinotasikan dengan E1 hingga E28. Setiap *risk event* telah ditentukan nilai *severity* yang tertera pada Tabel 4.26. Presentasi jumlah *risk event* produk ZA

berdasarkan proses bisnisnya tertera di Gambar 4.10, menjelaskan bahwa *risk event* paling banyak terjadi pada tahap *make* yakni sebesar 64%.

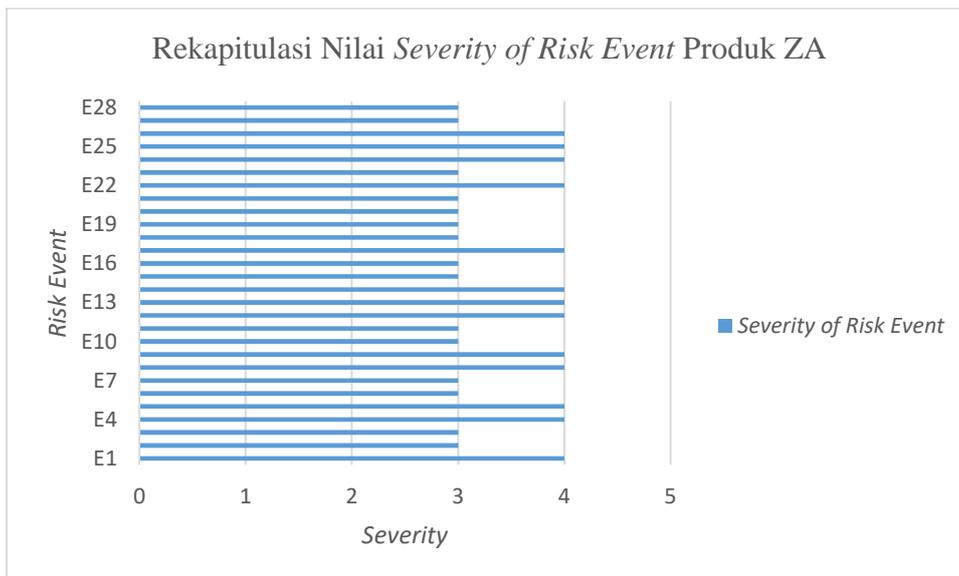
Tabel 4.26 Penilaian Tingkat *Severity* Produk ZA

<i>Business Processes</i>	<i>Risk Events</i>		<i>Severity of Risk Event</i>
<i>Plan</i>	E1	Kesalahan <i>forecasting</i>	4
<i>Source</i>	E2	Pasokan listrik terganggu	3
	E3	Pasokan batu bara terlambat	3
	E4	Ketersediaan air baku	4
	E5	Keterlambatan bongkar muat bahan baku amonia	4
	E6	Bahan baku <i>Gypsum</i> tidak sesuai	3
	E7	Gangguan pasokan CO2	3
	E8	Pengaturan sumber <i>power</i> terganggu	4
	<i>Make</i>	E9	<i>Tube exchanger</i> bocor
E10		Exchanger tidak bisa menguapkan NH3 cair menjadi <i>vapour</i>	3
E11		Unit <i>premixer</i> bocor	3
E12		<i>Blower</i> tidak bisa beroperasi maksimal	4
E13		Pompa tidak bisa beroperasi secara maksimal	4
E14		<i>Support</i> berstruktur beton dan baja runtuh	4
E15		Gangguan sistem filtrasi	3
E16		Keterlambatan proses pemisahan <i>slurry</i>	3
E17		Transfer larutan kristal ZA terganggu	4
E18		<i>Palletizer</i> tidak beroperasi maksimal	3
E19		<i>Conveyor</i> tidak beroperasi maksimal	3
E20		Gangguan operasional tenaga kerja organik	3
E21		Gangguan operasional tenaga kerja <i>non</i> organik	3
E22		Kecelakaan kerja	4
E23		Penyakit Akibat Kerja (PAK)	3
E24		Baku mutu emisi tidak terpenuhi	4
E25	Baku mutu air limbah tidak terpenuhi	4	
E26	Pengelolaan LB3 (Kapur dan <i>Gypsum</i>) tidak terpenuhi	4	
<i>Deliver</i>	E27	Truk pengiriman <i>end product</i> terlambat	3
<i>Return</i>	E28	Durasi distribusi kembali lama	3

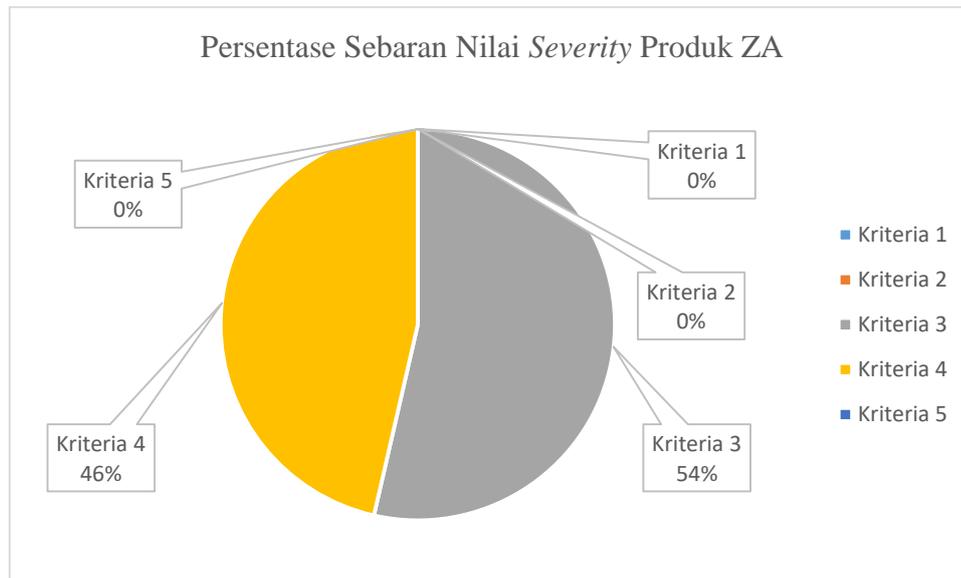


Gambar 4.10 Persentase Jumlah *Risk Event* Produk ZA

Adapun rekapitulasi nilai *severity of risk event* produk ZA tertera pada Gambar 4.11 yang menerangkan bahwa nilai *severity* kriteria 3 merupakan nilai yang paling banyak sebesar 54% pada Gambar 4.12. Klasifikasi kriteria 3 berdasarkan Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, berartikan bahwa *risk event* pemborosan pada produk ZA mempunyai tingkat keparahan cukup tinggi yang dapat menyebabkan pengaruh cukup tinggi pada sistem operasi di rantai produksi.



Gambar 4.11 Rekapitulasi Nilai *Severity of Risk Event* Produk ZA



Gambar 4.12 Persentase Sebaran Nilai Severity Produk ZA

4.3.4 Penilaian Tingkat Occurrence Produk SA

Keseluruhan proses penilaian tingkat *occurrence* produk SA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Berdasarkan *risk event* pemborosan yang telah teridentifikasi sesuai Tabel 4.22 dan Tabel 4.23, selanjutnya dilakukan identifikasi *risk agent* atau penyebab dari *risk event* tersebut dapat terjadi. Pada Tabel 4.27 dan Tabel 4.28 tertera sejumlah 24 *risk agent* produk SA sekaligus nilai *occurrence* atau besaran probabilitas kemunculan *risk agent* tersebut sesuai dengan klasifikasi nilai *occurrence* pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20, sebagai berikut :

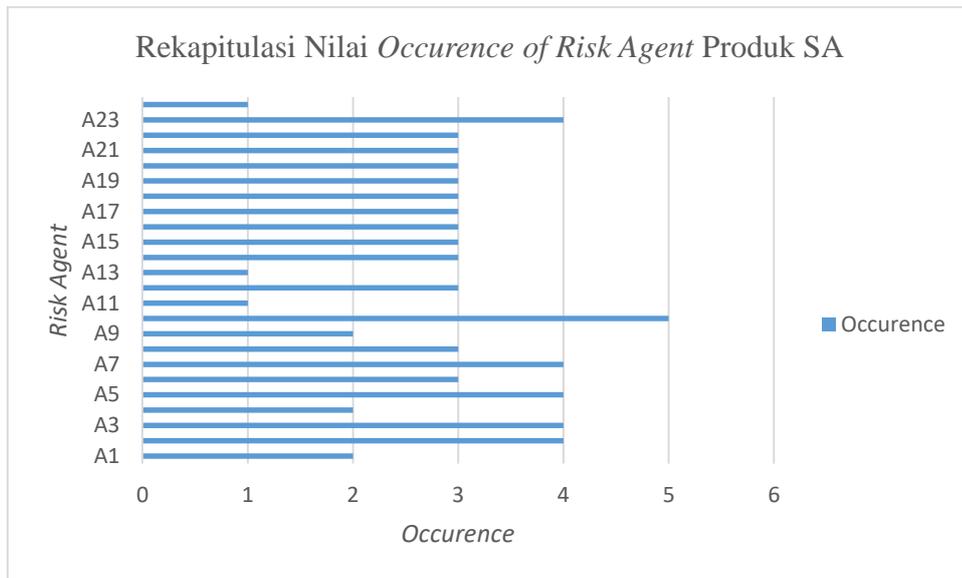
Tabel 4.27 Penilaian Nilai Occurrence Produk SA

	Risk Agent	Occurrence
A1	<i>Demand</i> konsumen fluktuatif	2
A2	<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi	4
A3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	4
A4	Kualitas air tidak bagus	2
A5	Mesin/alat <i>aging</i>	4
A6	Mesin/alat korosi	3
A7	Mesin/alat <i>scaling</i>	4
A8	Mesin/alat rusak	3
A9	Performansi mesin menurun	2
A10	<i>Pressure drop</i> katalis naik	5

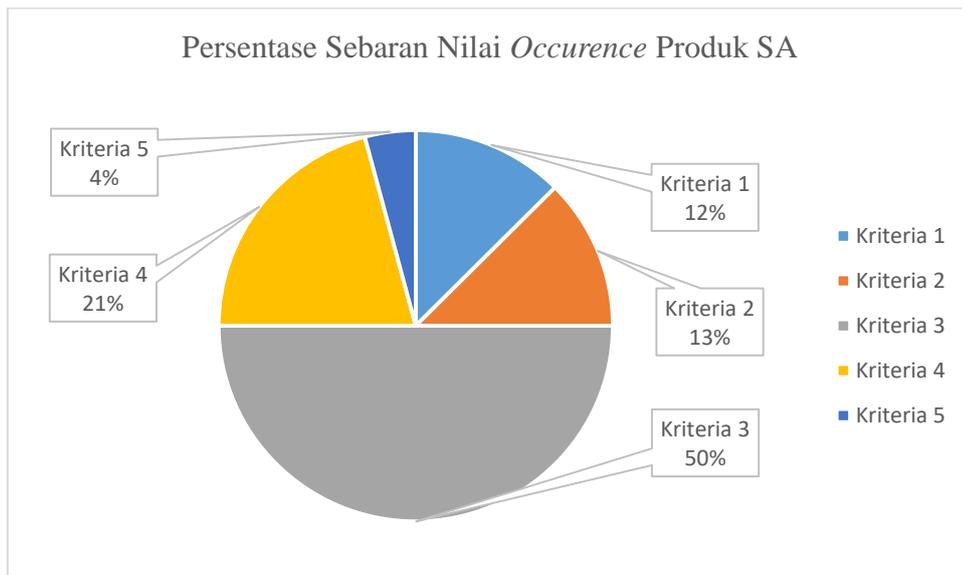
Tabel 4.28 Penilaian Nilai *Occurrence* Produk SA (Lanjutan)

	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurrence</i>
A11	Kandungan <i>ash</i> belerang yang tinggi	1
A12	Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru	3
A13	Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik	1
A14	Penanganan limbah B3 kurang tepat	3
A15	Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor	3
A16	Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang	3
A17	Lokasi kerja kurang nyaman	3
A18	Usia pabrik mayoritas sudah tua	3
A19	Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat	3
A20	Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang	3
A21	Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah	3
A22	Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik	3
A23	Peningkatan kapasitas produksi	4
A24	Ketersediaan truk terbatas	1

Adapun rekapitulasi nilai *occurrence of risk agent* produk SA tertera pada Gambar 4.13 yang menerangkan bahwa nilai *occurrence* kriteria 5 merupakan nilai tertinggi yang dihasilkan. Persentase sebaran nilai *occurrence* produk SA yang tertera pada Gambar 4.14, menerangkan bahwa sebaran nilai *occurrence* dengan kriteria 3 yang terbanyak muncul yakni 50%, yang berartikan bahwa *risk agent* dari *risk event* pada produk SA mempunyai tingkat kemunculan cukup sering di lantai produksi.



Gambar 4.13 Rekapitulasi Nilai Occurrence of Risk Agent Produk SA



Gambar 4.14 Persentase Sebaran Nilai Occurrence Produk SA

4.3.5 Penilaian Tingkat Occurrence Produk PA

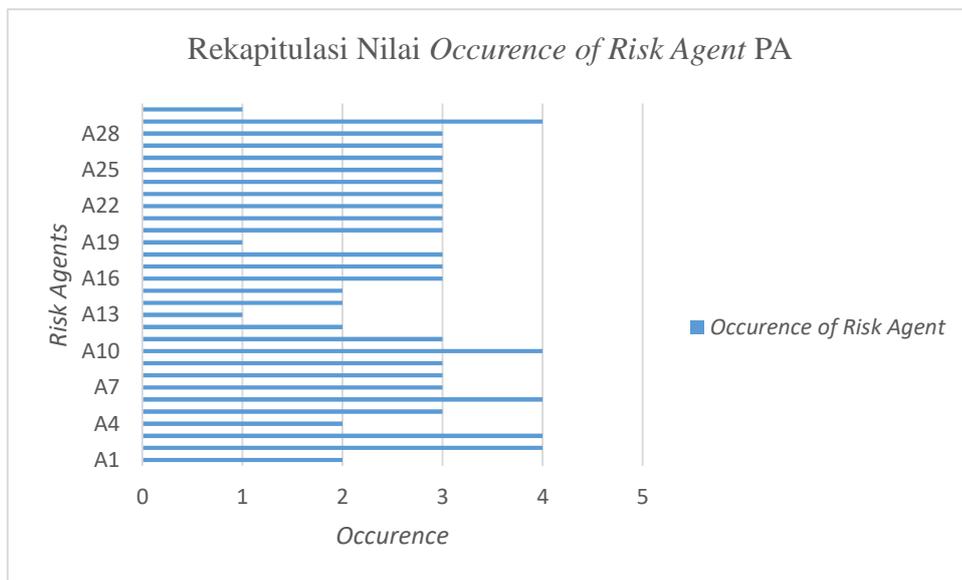
Keseluruhan proses penilaian tingkat *occurrence* produk PA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Berdasarkan *risk event* pemborosan yang telah teridentifikasi sesuai Tabel 4.24 dan Tabel 4.25, selanjutnya dilakukan identifikasi *risk agent* atau penyebab dari *risk event* tersebut dapat terjadi. Pada Tabel 4.29 tertera sejumlah 30 *risk agent* produk PA sekaligus nilai

occurrence atau besaran probabilitas kemunculan *risk agent* tersebut sesuai dengan klasifikasi nilai *occurrence* pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20, sebagai berikut :

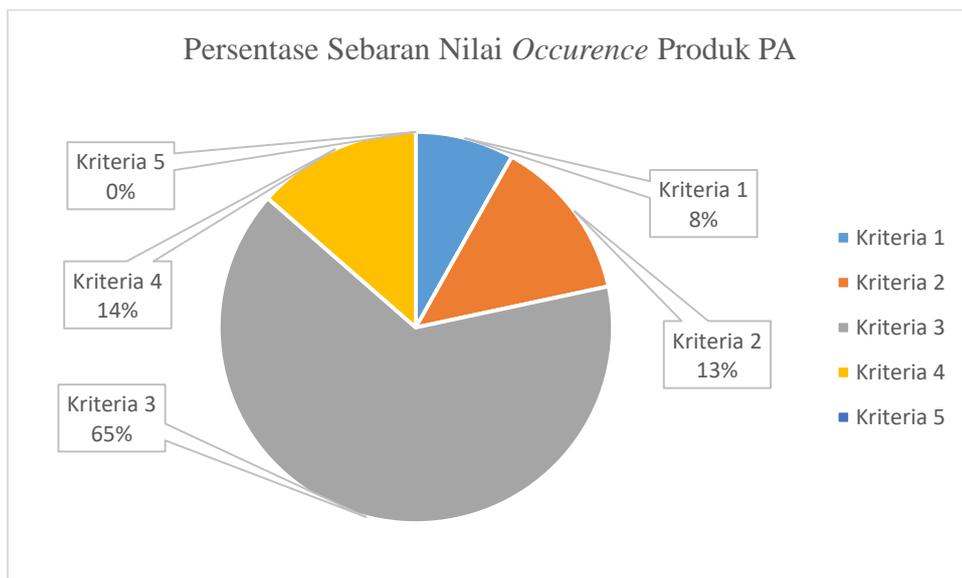
Tabel 4.29 Penilaian Nilai *Occurrence* Produk PA

	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurrence</i>
A1	<i>Demand</i> konsumen fluktuatif	2
A2	<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi	4
A3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	4
A4	Kualitas air tidak bagus	2
A5	Kualitas <i>phosphate rock</i> tidak sesuai	3
A6	Mesin/alat <i>aging</i>	4
A7	Mesin/alat korosi	3
A8	Mesin/alat <i>scaling</i>	3
A9	Mesin/alat abrasi	3
A10	Mesin/alat rusak	4
A11	Performansi mesin menurun	3
A12	<i>Supply</i> bahan baku terganggu	2
A13	Indikator <i>error</i>	1
A14	Sistem pelumasan	2
A15	Tidak ada <i>emergency power agitator</i>	2
A16	Terdapat celah di gudang	3
A17	<i>Dedusting system</i> kurang berfungsi maksimal	3
A18	Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru	3
A19	Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non organik</i>	1
A20	Penanganan limbah B3 kurang tepat	3
A21	Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor	3
A22	Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang	3
A23	Lokasi kerja kurang nyaman	3
A24	Usia pabrik mayoritas sudah tua	3
A25	Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat	3
A26	Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang	3
A27	Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah	3
A28	Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik	3
A29	Peningkatan kapasitas produksi	4
A30	Ketersediaan truk terbatas	1

Adapun rekapitulasi nilai *occurrence of risk agent* produk PA tertera pada Gambar 4.15 yang menerangkan bahwa nilai *occurrence* kriteria 4 merupakan nilai tertinggi yang dihasilkan. Persentase sebaran nilai *occurrence* produk PA yang tertera pada Gambar 4.16, menerangkan bahwa sebaran nilai *occurrence* dengan kriteria 3 yang terbanyak muncul yakni 65%, yang berartikan bahwa *risk agent* dari *risk event* pada produk PA mempunyai tingkat kemunculan cukup sering di lantai produksi.



Gambar 4.15 Rekapitulasi Nilai *Occurrence of Risk Agent* PA



Gambar 4.16 Persentase Sebaran Nilai *Occurrence* Produk PA

4.3.6 Penilaian Tingkat Occurrence Produk ZA

Keseluruhan proses penilaian tingkat *occurrence* produk ZA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Berdasarkan *risk event* pemborosan yang telah teridentifikasi sesuai Tabel 4.26, selanjutnya dilakukan identifikasi *risk agent* atau penyebab dari *risk event* tersebut dapat terjadi. Pada Tabel 4.30 dan Tabel 4.31 tertera sejumlah 28 *risk agent* produk ZA sekaligus nilai *occurrence* atau besaran probabilitas kemunculan *risk agent* tersebut sesuai dengan klasifikasi nilai *occurrence* pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20, sebagai berikut :

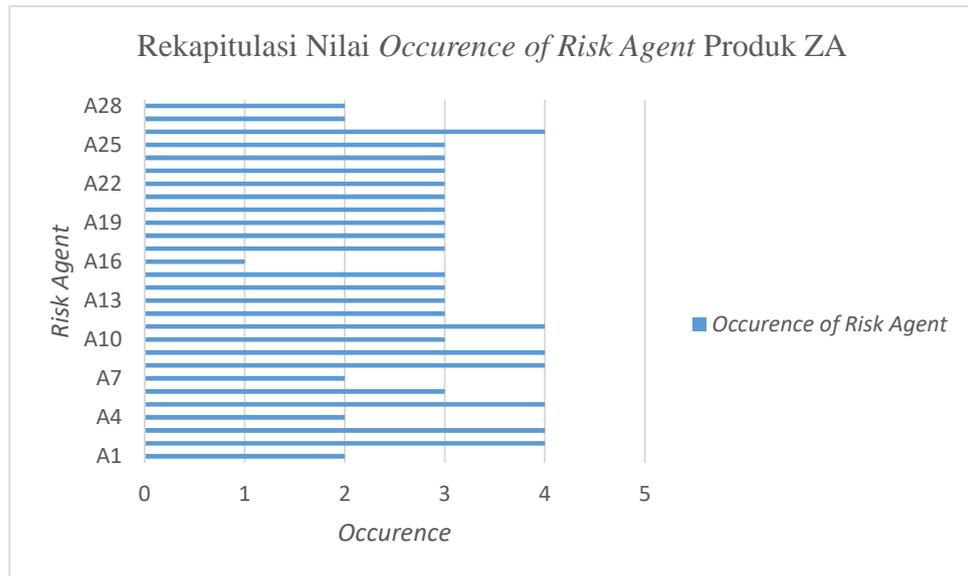
Tabel 4.30 Penilaian Nilai Occurrence Produk ZA

	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurrence</i>
A1	<i>Demand</i> konsumen fluktuatif	2
A2	<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi	4
A3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	4
A4	Kualitas air tidak bagus	2
A5	Gangguan proses di unit PA	4
A6	Gangguan proses di Pabrik I	3
A7	Terdapat dua sumber <i>power</i> masuk bersamaan	2
A8	Mesin/alat <i>aging</i>	4
A9	Mesin/alat korosi	4
A10	Mesin/alat <i>scaling</i>	3
A11	Mesin/alat abrasi	4
A12	Mesin/alat rusak	3
A13	Performansi mesin/alat menurun	3
A14	Struktur korosi	3
A15	Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru	3
A16	Ketidakeimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik	1
A17	Penanganan limbah B3 kurang tepat	3
A18	Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor	3
A19	Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang	3
A20	Lokasi kerja kurang nyaman	3
A21	Usia pabrik mayoritas sudah tua	3
A22	Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat	3
A23	Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang	3

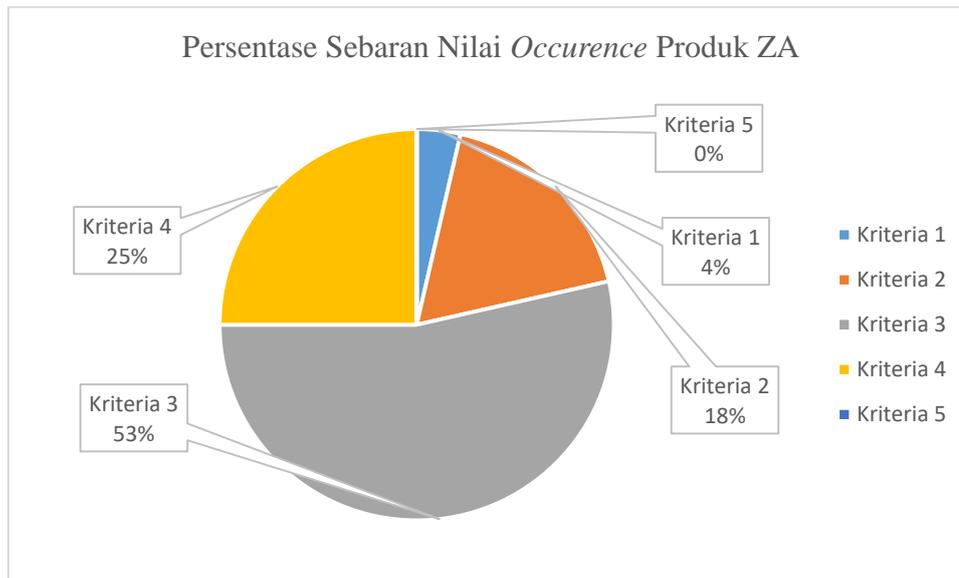
Tabel 4.31 Penilaian Nilai *Occurrence* Produk ZA (Lanjutan)

	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurrence</i>
A24	Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah	3
A25	Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik	3
A26	Peningkatan kapasitas produksi	4
A27	Kekurangan lahan penyimpanan	2
A28	Ketersediaan truk terbatas	2

Adapun rekapitulasi nilai *occurrence of risk agent* produk ZA tertera pada Gambar 4.17 yang menerangkan bahwa nilai *occurrence* kriteria 4 merupakan nilai tertinggi yang dihasilkan. Persentase sebaran nilai *occurrence* produk ZA yang tertera pada Gambar 4.18, menerangkan bahwa sebaran nilai *occurrence* dengan kriteria 3 yang terbanyak muncul yakni 53%, yang berartikan bahwa *risk agent* dari *risk event* pada produk ZA mempunyai tingkat kemunculan cukup sering di lantai produksi.



Gambar 4.17 Rekapitulasi Nilai *Occurrence of Risk Agent* Produk ZA



Gambar 4.18 Persentase Sebaran Nilai *Occurence* Produk ZA

4.3.7 Perhitungan Nilai ARP Produk SA

Keseluruhan proses penilaian nilai ARP produk SA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Perhitungan nilai ARP produk SA pada Tabel 4.32, melibatkan nilai *severity* dari *risk event* pemborosan yang tertera pada Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, nilai *occurrence* dari *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20 serta nilai korelasi antara *risk event* dan *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.21. Adapun rumus perhitungan ARP, sebagai berikut :

$$ARP_j = O_j \sum_i S_i R_{ij}$$

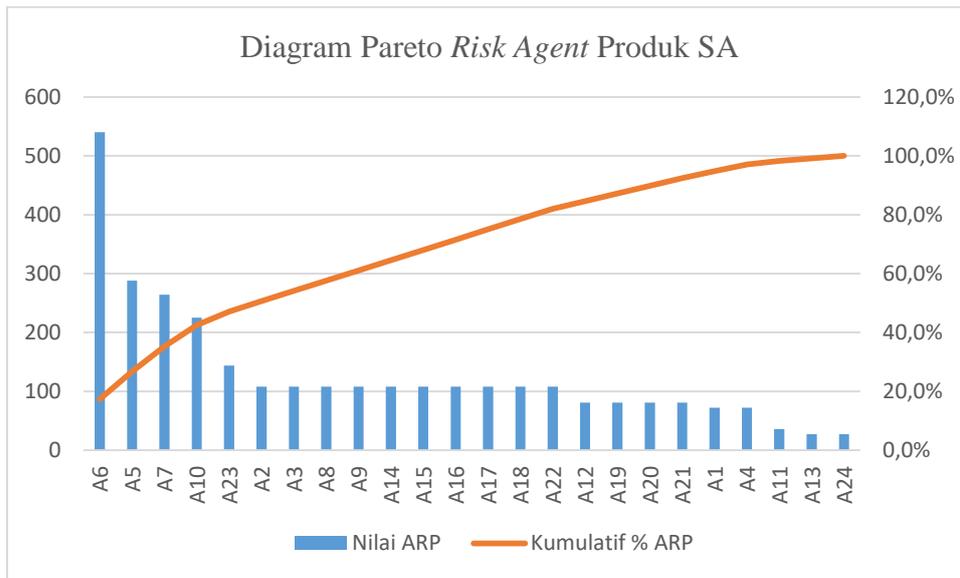
$$ARP_1 = 2[(4 \times 9)]$$

$$= 72$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai ARP seluruh *risk agent*. Hasil perhitungan ARP menunjukkan terdapat 2 *risk agent* terpilih yang diprioritaskan melalui teknik pareto yang tertera pada Gambar 4.19, yakni mesin/alat korosi dan mesin/alat *aging* dengan notasi masing-masing A6 dan A5. *Risk agent* terpilih tersebut, selanjutnya akan menjadi input proses perancangan alternatif perbaikan dalam metode HOR fase 2.

Tabel 4.32 Perhitungan Nilai ARP Produk SA

<i>Risk Agent</i>	<i>Rank</i>	<i>Nilai ARP</i>	<i>Kumulatif ARP</i>	<i>% ARP</i>	<i>Kumulatif % ARP</i>	
Mesin/alat korosi	A6	1	540	540	17,4%	17,4%
Mesin/alat <i>aging</i>	A5	2	288	828	9,3%	26,7%
Mesin/alat <i>scaling</i>	A7	3	264	1092	8,5%	35,2%
<i>Pressure drop</i> katalis naik	A10	4	225	1317	7,3%	42,5%
Peningkatan kapasitas produksi	A23	5	144	1461	4,6%	47,1%
<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi	A2	6	108	1569	3,5%	50,6%
Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	A3	7	108	1677	3,5%	54,1%
Mesin/alat rusak	A8	8	108	1785	3,5%	57,6%
Performansi mesin menurun	A9	9	108	1893	3,5%	61,1%
Penanganan limbah B3 kurang tepat	A14	10	108	2001	3,5%	64,6%
Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor	A15	11	108	2109	3,5%	68,1%
Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang	A16	12	108	2217	3,5%	71,5%
Lokasi kerja kurang nyaman	A17	13	108	2325	3,5%	75,0%
Usia pabrik mayoritas sudah tua	A18	14	108	2433	3,5%	78,5%
Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik	A22	15	108	2541	3,5%	82,0%
Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru	A12	16	81	2622	2,6%	84,6%
Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat	A19	17	81	2703	2,6%	87,2%
Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang	A20	18	81	2784	2,6%	89,8%
Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah	A21	19	81	2865	2,6%	92,4%
Demand konsumen fluktuatif	A1	20	72	2937	2,3%	94,8%
Kualitas air tidak bagus	A4	21	72	3009	2,3%	97,1%
Kandung <i>ash</i> belerang yang tinggi	A11	22	36	3045	1,2%	98,3%
Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik	A13	23	27	3072	0,9%	99,1%
Ketersediaan truk terbatas	A24	24	27	3099	0,9%	100,0%



Gambar 4.19 Diagram Pareto Risk Agent Produk SA

4.3.8 Perhitungan Nilai ARP Produk PA

Keseluruhan proses penilaian nilai ARP produk PA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Perhitungan nilai ARP produk PA pada Tabel 4.33 dan Tabel 4.34, melibatkan nilai *severity* dari *risk event* pemborosan yang tertera pada Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, nilai *occurrence* dari *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20 serta nilai korelasi antara *risk event* dan *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.21. Adapun rumus perhitungan ARP, sebagai berikut :

$$ARP_j = O_j \sum_i S_i R_{ij}$$

$$ARP_1 = 2[(4 \times 9)]$$

$$= 72$$

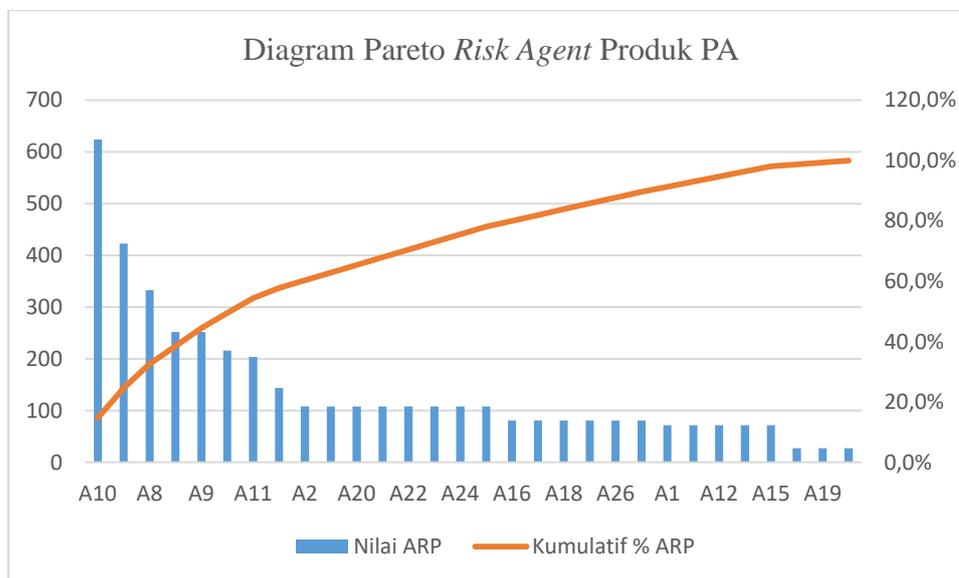
Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai ARP seluruh *risk agent*. Hasil perhitungan ARP menunjukkan terdapat 2 *risk agent* terpilih yang diprioritaskan melalui teknik pareto yang tertera pada Gambar 4.20, yakni mesin/alat rusak dan mesin/alat korosi dengan notasi masing-masing A10 dan A7. *Risk agent* terpilih tersebut, selanjutnya akan menjadi input proses perancangan alternatif perbaikan dalam metode HOR fase 2.

Tabel 4.33 Perhitungan Nilai ARP Produk PA

<i>Risk Agent</i>		<i>Rank</i>	Nilai ARP	Kumulatif ARP	% ARP	Kumulatif % ARP
Mesin/alat rusak	A10	1	624	624	14,7%	14,7%
Mesin/alat korosi	A7	2	423	1047	10,0%	24,7%
Mesin/alat <i>scaling</i>	A8	3	333	1380	7,9%	32,6%
Mesin/alat aging	A6	4	252	1632	5,9%	38,5%
Mesin/alat <i>abrasi</i>	A9	5	252	1884	5,9%	44,4%
Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	A3	6	216	2100	5,1%	49,5%
Performansi mesin menurun	A11	7	204	2304	4,8%	54,4%
Peningkatan kapasitas produksi	A29	8	144	2448	3,4%	57,7%
<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi	A2	9	108	2556	2,5%	60,3%
Kualitas <i>phosphate rock</i> tidak sesuai	A5	10	108	2664	2,5%	62,8%
Penanganan limbah B3 kurang tepat	A20	11	108	2772	2,5%	65,4%
Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor	A21	12	108	2880	2,5%	67,9%
Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang	A22	13	108	2988	2,5%	70,5%
Lokasi kerja kurang nyaman	A23	14	108	3096	2,5%	73,0%
Usia pabrik mayoritas sudah tua	A24	15	108	3204	2,5%	75,6%
Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik	A28	16	108	3312	2,5%	78,1%
Terdapat celah di gudang	A16	17	81	3393	1,9%	80,0%
<i>Dedusting system</i> kurang berfungsi maksimal	A17	18	81	3474	1,9%	82,0%
Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru	A18	19	81	3555	1,9%	83,9%
Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat	A25	20	81	3636	1,9%	85,8%
Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang	A26	21	81	3717	1,9%	87,7%
Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah	A27	22	81	3798	1,9%	89,6%
Demand konsumen fluktuatif	A1	23	72	3870	1,7%	91,3%
Kualitas air tidak bagus	A4	24	72	3942	1,7%	93,0%
<i>Supply</i> bahan baku terganggu	A12	25	72	4014	1,7%	94,7%

Tabel 4.34 Perhitungan Nilai ARP Produk PA (Lanjutan)

<i>Risk Agent</i>		<i>Rank</i>	<i>Nilai ARP</i>	<i>Kumulatif ARP</i>	<i>% ARP</i>	<i>Kumulatif % ARP</i>
Sistem pelumasan	A14	26	72	4086	1,7%	96,4%
Tidak ada <i>emergency power agitator</i>	A15	27	72	4158	1,7%	98,1%
Indikator <i>error</i>	A13	28	27	4185	0,6%	98,7%
Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non organik</i>	A19	29	27	4212	0,6%	99,4%
Ketersediaan truk terbatas	A30	30	27	4239	0,6%	100,0%



Gambar 4.20 Diagram Pareto *Risk Agent* Produk PA

4.3.9 Perhitungan Nilai ARP Produk ZA

Keseluruhan proses penilaian nilai ARP produk ZA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Perhitungan nilai ARP produk ZA pada Tabel 4.35 hingga Tabel 4.36, melibatkan nilai *severity* dari *risk event* pemborosan yang tertera pada Tabel 4.13 hingga Tabel 4.16, nilai *occurrence* dari *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.20 serta nilai korelasi antara *risk event* dan *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.21. Adapun rumus perhitungan ARP, sebagai berikut :

$$ARP_j = O_j \sum_i S_i R_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{ARP}_1 &= 2[(4 \times 9)] \\ &= 72 \end{aligned}$$

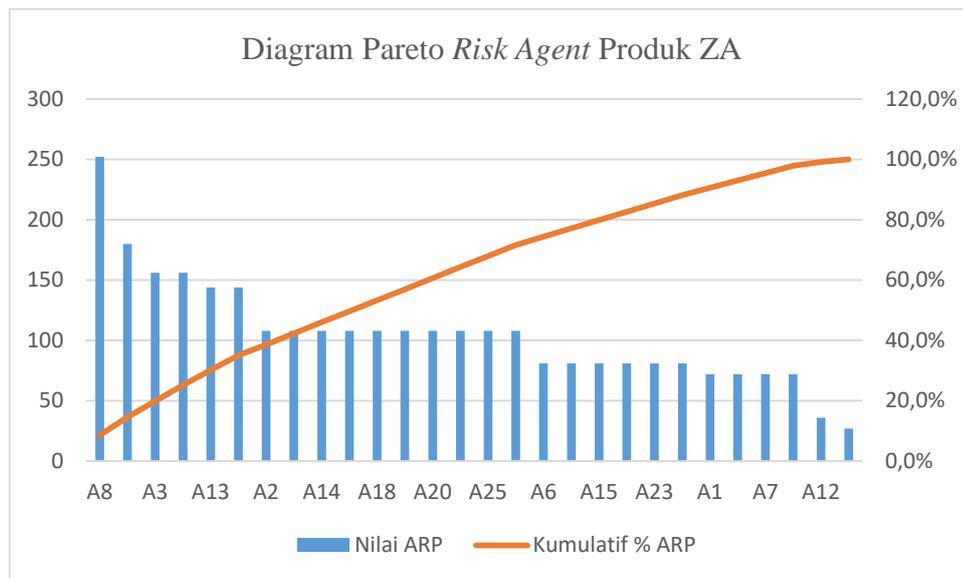
Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai ARP seluruh *risk agent*. Hasil perhitungan ARP menunjukkan terdapat 4 *risk agent* terpilih yang diprioritaskan melalui teknik pareto yang tertera pada Gambar 4.21, yakni mesin/alat *aging*, mesin/alat korosi, kedatangan kapal tidak bisa diprediksi dan mesin/alat abrasi dengan notasi masing-masing A8, A9, A3 dan A11. *Risk agent* terpilih tersebut, selanjutnya akan menjadi input proses perancangan alternatif perbaikan dalam metode HOR fase 2.

Tabel 4.35 Perhitungan Nilai ARP Produk ZA

<i>Risk Agent</i>	<i>Rank</i>	Nilai ARP	Kumulatif ARP	% ARP	Kumulatif % ARP
Mesin/alat <i>aging</i>	A8	252	252	8,5%	8,5%
Mesin/alat korosi	A9	180	432	6,1%	14,6%
Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	A3	156	588	5,3%	19,9%
Mesin/alat abrasi	A11	156	744	5,3%	25,2%
Performansi mesin menurun	A13	144	888	4,9%	30,1%
Peningkatan kapasitas produksi	A26	144	1032	4,9%	35,0%
<i>Temperature thrust bearing</i> tinggi	A2	108	1140	3,7%	38,7%
Gangguan proses di unit PA	A5	108	1248	3,7%	42,3%
Struktur korosi	A14	108	1356	3,7%	46,0%
Penanganan limbah B3 kurang tepat	A17	108	1464	3,7%	49,6%
Kurangnya kesadaran K3 pada karyawan dan kontraktor	A18	108	1572	3,7%	53,3%
Kepatuhan terhadap prosedur K3 masih kurang	A19	108	1680	3,7%	57,0%
Lokasi kerja kurang nyaman	A20	108	1788	3,7%	60,6%
Usia pabrik mayoritas sudah tua	A21	108	1896	3,7%	64,3%

Tabel 4.36 Perhitungan Nilai ARP Produk ZA (Lanjutan)

<i>Risk Agent</i>		<i>Rank</i>	Nilai ARP	Kumulatif ARP	% ARP	Kumulatif % ARP
Kemampuan alat pengendali emisi kurang baik	A25	15	108	2004	3,7%	68,0%
Ketersediaan truk terbatas	A28	16	108	2112	3,7%	71,6%
Gangguan proses di Pabrik I	A6	17	81	2193	2,7%	74,4%
Mesin/alat <i>scaling</i>	A10	18	81	2274	2,7%	77,1%
Jauhnya perbedaan generasi antara karyawan berpengalaman dan karyawan baru	A15	19	81	2355	2,7%	79,9%
Kondisi lingkungan kerja mayoritas tidak sehat	A22	20	81	2436	2,7%	82,6%
Tingkat kesadaran karyawan terhadap kesehatan kurang	A23	21	81	2517	2,7%	85,4%
Tingkat kehadiran karyawan pada program kesehatan rendah	A24	22	81	2598	2,7%	88,1%
<i>Demand</i> konsumen fluktuatif	A1	23	72	2670	2,4%	90,5%
Kualitas air tidak bagus	A4	24	72	2742	2,4%	93,0%
Terdapat dua sumber <i>power</i> masuk bersamaan	A7	25	72	2814	2,4%	95,4%
Kekurangan lahan penyimpanan	A27	26	72	2886	2,4%	97,9%
Mesin/alat rusak	A12	27	36	2922	1,2%	99,1%
Ketidakseimbangan komposisi antara karyawan organik dan <i>non</i> organik	A16	28	27	2949	0,9%	100,0%



Gambar 4.21 Diagram Pareto Risk Agent Produk ZA

4.4 Perancangan Alternatif Perbaikan Dengan HOR Fase 2

Tahap lanjutan setelah melakukan penilaian risiko terhadap pemborosan dengan metode HOR fase 1, hasil *risk agent* terpilih yang dilihat berdasarkan peringkat digunakan sebagai *input* pada perancangan alternatif perbaikan dengan metode HOR fase 2. HOR fase 2 digunakan untuk memprioritaskan *preventive action* yang harus dilakukan perusahaan untuk memaksimalkan efektivitas biaya dalam mengelola *risk agent* terpilih pada HOR fase 1, sehingga memperhitungkan nilai *Total Effectiveness of Action* (TEk) dan *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETDk). *Total effectiveness of action* merupakan nilai total efektivitas dari setiap *prevention action* dengan melakukan perhitungan dari nilai ARP dari *risk agent* terpilih dan nilai korelasi dari *risk agent* dan *preventive action* yang dilihat pada Tabel 4.37. *Effectiveness to difficulty ratio* merupakan efektivitas kesulitan dari setiap *prevention action* yang diperoleh dari hasil bagi nilai *total effectiveness of action* dengan tingkat kesulitan *prevention action* saat diterapkan yang dilihat pada Tabel 4.38. Keseluruhan proses perancangan alternatif perbaikan dengan metode HOR fase 2 dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA.

Tabel 4.37 Korelasi Antara *Risk Agent* dan *Prevention Action*

Klasifikasi penilaian		Deskripsi
0	Tidak ada korelasi	<i>Prevention action</i> tidak apat mencegah <i>risk agent</i>
1	Korelasi lemah	<i>Prevention action</i> berperan kecil dalam mencegah terjadinya <i>risk agent</i>
3	Korelasi sedang	<i>Prevention action</i> berperan sedang dalam mencegah terjadinya <i>risk agent</i>
9	Korelasi kuat	<i>Prevention action</i> berperan besar dalam mencegah terjadinya <i>risk agent</i>

(Pujawan & Geraldin, 2009)

Tabel 4.38 Tingkat Kesulitan *Prevention Action*

Nilai skala	Deskripsi	Definisi
3	Tingkat kesulitan penerapan <i>prevention action</i> mudah	Penerapan <i>preventive action</i> membutuhkan biaya dan <i>resource</i> yang sedikit
4	Tingkat kesulitan penerapan <i>prevention action</i> sedang	Penerapan <i>preventive action</i> membutuhkan biaya dan <i>resource</i> yang cukup
5	Tingkat kesulitan penerapan <i>prevention action</i> sulit	Penerapan <i>preventive action</i> membutuhkan biaya dan <i>resource</i> yang banyak

(Pujawan & Geraldin, 2009)

4.4.1 Perhitungan *Total Effectiveness of Action* Produk SA

Keseluruhan proses perhitungan *total effectiveness of action* (TEk) produk SA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Nilai *total effectiveness of action* (TEk) produk SA diperoleh dari perkalian nilai ARP *risk agent* dan korelasi antara *risk agent* dan *prevention action*. Penentuan korelasi tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4.37. Adapun rumus perhitungan TEk, sebagai berikut :

$$TE_k = \sum_j ARP_j E_{jk}$$

$$TE_1 = (540 \times 3) + (288 \times 3) \\ = 2484$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai TEk seluruh *prevention action*. Hasil perhitungan nilai *total effectiveness of action* (TEk) tertera pada Tabel 4.40, sekaligus menetapkan tingkat kesulitan penerapan *preventive*

action sesuai Tabel 4.38. Selanjutnya, nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk).

Tabel 4.39 Penetapan Korelasi *Risk Agent* dan *Prevention Action* Produk SA

<i>Risk Agent</i>		<i>Preventive Action</i>		Korelasi
A6	Mesin/alat korosi	PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3
		PA2	Penggantian unit <i>exchanger</i>	9
		PA3	Penggantian unit <i>boiler</i>	9
		PA4	Penggantian <i>spare part</i> pompa	9
		PA5	Penggantian <i>spare part demister</i>	9
		PA6	Penggantian pipa	9
		PA7	Penambahan <i>spare</i> unit pompa	9
		PA8	Penggantian <i>tube boiler</i>	9
A5	Mesin/alat <i>aging</i>	PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3
		PA4	Penggantian <i>spare part</i> pompa	9
		PA9	Penggantian rotor turbin	9

Tabel 4.40 Hasil Perhitungan *Total Effectiveness of Action* Produk SA

<i>Preventive Action</i>		TEk	Tingkat Kesulitan
PA1	<i>Preventive maintenance</i>	2484	4
PA2	Penggantian unit <i>exchanger</i>	4860	5
PA3	Penggantian unit <i>boiler</i>	4860	5
PA4	Penggantian <i>spare part</i> pompa	7452	4
PA5	Penggantian <i>spare part demister</i>	4860	4
PA6	Penggantian pipa	4860	4
PA7	Penambahan <i>spare</i> unit pompa	4860	4
PA8	Penggantian <i>tube boiler</i>	4860	4
PA9	Penggantian rotor turbin	2592	5

4.4.2 Perhitungan *Total Effectiveness of Action* Produk PA

Keseluruhan proses perhitungan *total effectiveness of action* (TEk) produk PA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Nilai *total effectiveness of action* (TEk) produk PA diperoleh dari perkalian nilai ARP *risk agent* dan korelasi antara *risk agent* dan *prevention action*. Penentuan korelasi tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4.41. Adapun rumus perhitungan TEk, sebagai berikut :

$$TE_k = \sum_j ARP_j E_{jk}$$

$$TE_1 = (624 \times 3) + (423 \times 3)$$

$$= 3141$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai TEK seluruh *prevention action*. Hasil perhitungan nilai *total effectiveness of action* (TEK) tertera pada Tabel 4.42, sekaligus menetapkan tingkat kesulitan penerapan *preventive action* sesuai Tabel 4.38. Selanjutnya, nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk).

Tabel 4.41 Penetapan Korelasi *Risk Agent* dan *Prevention Action* Produk PA

<i>Risk Agent</i>		<i>Preventive Action</i>		Korelasi
A10	Mesin/alat rusak	PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3
		PA2	Penggantian unit pompa	9
		PA3	Menyediakan <i>spare chain drag conveyor</i>	9
		PA4	Penggantian <i>body screen</i>	9
		PA5	Penggantian <i>line rock grinding</i>	9
		PA6	Penggantian <i>knife gate valve motorize</i> pada <i>digester</i>	9
		PA7	Menyediakan <i>spare impeller</i>	9
		PA8	Menyediakan <i>spare gear box</i>	9
		PA9	Penambahan unit <i>decanter</i>	9
A7	Mesin/alat korosi	PA10	Penggantian <i>pan cell</i>	9
		PA11	Penyediaan <i>spare unit digester</i>	9
		PA12	Penyediaan <i>spare material pipa</i>	9

Tabel 4.42 Hasil Perhitungan *Total Effectiveness of Action* Produk PA

<i>Preventive Action</i>		TEk	Tingkat Kesulitan
PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3141	4
PA2	Penggantian unit pompa	5616	5
PA3	Menyediakan <i>spare chain drag conveyor</i>	5616	4
PA4	Penggantian <i>body screen</i>	5616	4
PA5	Penggantian <i>line rock grinding</i>	5616	4
PA6	Penggantian <i>knife gate valve motorize</i> pada <i>digester</i>	5616	4
PA7	Menyediakan <i>spare impeller</i>	5616	4
PA8	Menyediakan <i>spare gear box</i>	5616	4
PA9	Penambahan unit <i>decanter</i>	5616	5
PA10	Penggantian <i>pan cell</i>	3807	4
PA11	Penyediaan <i>spare unit digester</i>	3807	5
PA12	Penyediaan <i>spare material pipa</i>	3807	4

4.4.3 Perhitungan *Total Effectiveness of Action* Produk ZA

Keseluruhan proses perhitungan *total effectiveness of action* (TEK) produk ZA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Nilai *total effectiveness of action* (TEk) produk ZA diperoleh dari perkalian nilai ARP *risk agent* dan korelasi antara *risk agent* dan *prevention action*. Penentuan korelasi tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4.43. Adapun rumus perhitungan TEk, sebagai berikut :

$$TE_k = \sum_j ARP_j E_{jk}$$

$$TE_1 = (252 \times 3) + (180 \times 3) + (156 \times 3) \\ = 1764$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai TEk seluruh *prevention action*. Hasil perhitungan nilai *total effectiveness of action* (TEk) tertera pada Tabel 4.44, sekaligus menetapkan tingkat kesulitan penerapan *preventive action* sesuai Tabel 4.38. Selanjutnya, nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk).

Tabel 4.43 Penetapan Korelasi *Risk Agent* dan *Prevention Action* Produk ZA

<i>Risk Agent</i>		<i>Preventive Action</i>		Korelasi
A8	Mesin/alat aging	PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3
		PA2	Penggantian rotor turbin	9
		PA3	Penggantian <i>shaft drum filter</i>	9
A9	Mesin/alat korosi	PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3
		PA5	Penggantian <i>tube bundle chiller exchanger</i>	9
		PA6	Penggantian unit <i>premixer</i>	9
		PA7	Penggantian <i>spare part centrifuge</i>	9
A3	Kedatangan kapal tidak bisa diprediksi	PA4	Pemanfaatan amonia <i>vapour</i> dari pabrik IA	9
		PA8	Mengoptimalkan <i>rate boiler</i> dengan <i>stock batubara</i>	9
A11	Mesin/alat abrasi	PA1	<i>Preventive maintenance</i>	3
		PA9	Penggantian <i>exchanger</i>	9

Tabel 4.44 Hasil Perhitungan *Total Effectiveness of Action* Produk ZA

<i>Preventive Action</i>		<i>TEk</i>	Tingkat Kesulitan
PA1	<i>Preventive maintenance</i>	1764	4
PA2	Penggantian <i>spare part centrifuge</i>	2268	4
PA3	Penggantian <i>shaft drum filter</i>	2268	4
PA4	Pemanfaatan amonia vapour dari pabrik IA	1404	4
PA5	Penggantian <i>tube bundle chiller exchanger</i>	1620	4
PA6	Penggantian unit <i>premixer</i>	1620	5
PA7	Penggantian rotor turbin	1620	4
PA8	Mengoptimalkan <i>rate boiler</i> dengan <i>stock batubara</i>	1404	4
PA9	Penggantian <i>exchanger</i>	1404	5

4.4.4 Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk SA

Keseluruhan proses perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* (ETD_k) produk SA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETD_k) produk SA diperoleh dari pembagian nilai *total effectiveness of action* (TE_k) *prevention action* dan tingkat kesulitan penerapan *prevention action*. Penentuan tingkat kesulitan penerapan tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4.38. Adapun rumus perhitungan ETD_k, sebagai berikut :

$$ETD_k = TE_k / D_k$$

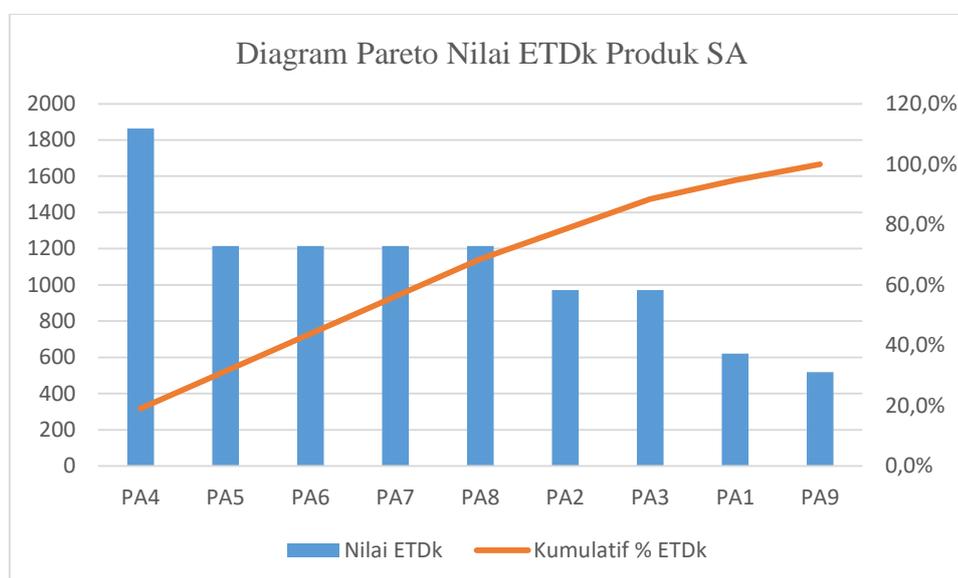
$$ETD_1 = 2484 / 4$$

$$= 621$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai ETD_k seluruh *prevention action*. Hasil perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETD_k) produk SA yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel Tabel 4.45. Selanjutnya dilakukan prioritas *prevention action* dengan teknik pareto berdasarkan *ranking* nilai *effectiveness to difficulty ratio* untuk mendapatkan *preventive action* terpilih, yang tertera pada Gambar 4.22. *Preventive action* terpilih tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.45 Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk SA

<i>Preventive Action</i>	<i>Rank</i>	<i>Nilai ETDk</i>	<i>Kumulatif ETDk</i>	<i>% ETDk</i>	<i>Kumulatif % ETDk</i>
PA4	1	1863	1863	19,0%	19,0%
PA5	2	1215	3078	12,4%	31,4%
PA6	3	1215	4293	12,4%	43,8%
PA7	4	1215	5508	12,4%	56,2%
PA8	5	1215	6723	12,4%	68,6%
PA2	6	972	7695	9,9%	78,5%
PA3	7	972	8667	9,9%	88,4%
PA1	8	621	9288	6,3%	94,7%
PA9	9	518,4	9806,4	5,3%	100,0%



Gambar 4.22 Diagram Pareto Nilai ETDk Produk SA

Tabel 4.46 *Preventive Action* Terpilih Produk SA

<i>Preventive Action</i> Terpilih Produk SA	
PA4	Penggantian <i>spare part</i> pompa

4.4.5 Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk PA

Keseluruhan proses perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) produk PA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) produk PA diperoleh dari pembagian nilai *total effectiveness of action* (TEk) *prevention action* dan tingkat kesulitan

penerapan *prevention action*. Penentuan tingkat kesulitan penerapan tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4.38. Adapun rumus perhitungan ETD_k, sebagai berikut :

$$ETD_k = TE_k / D_k$$

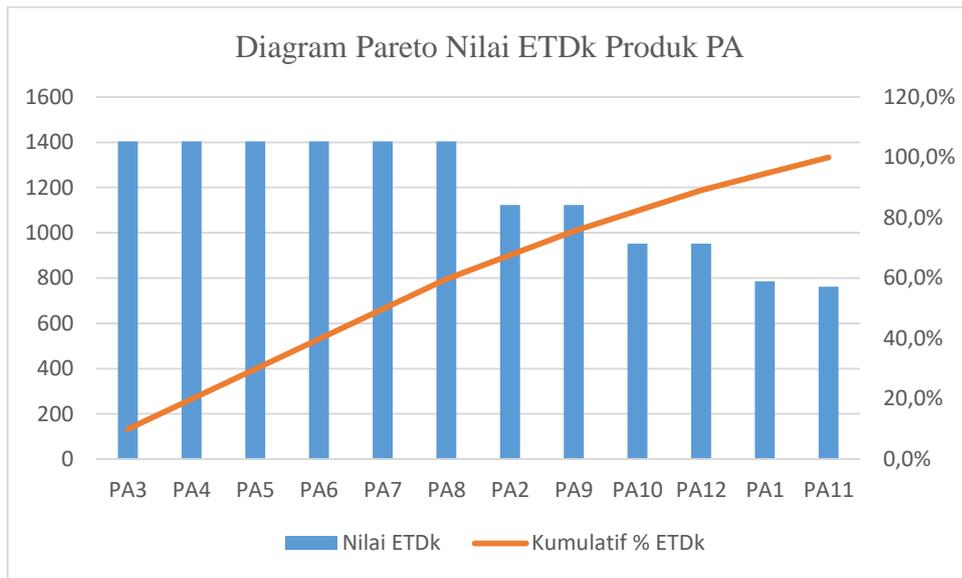
$$ETD_1 = 3141 / 4$$

$$= 785,25$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai ETD_k seluruh *prevention action*. Hasil perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETD_k) produk PA yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.47. Selanjutnya dilakukan prioritas *prevention action* dengan teknik pareto berdasarkan *ranking* nilai *effectiveness to difficulty ratio* untuk mendapatkan *preventive action* terpilih, yang tertera pada Gambar 4.23. *Preventive action* terpilih tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.48.

Tabel 4.47 Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk PA

<i>Preventive Action</i>	<i>Rank</i>	Nilai ETD _k	Kumulatif ETD _k	% ETD _k	Kumulatif % ETD _k
PA3	1	1404	1404	9,9%	9,9%
PA4	2	1404	2808	9,9%	19,9%
PA5	3	1404	4212	9,9%	29,8%
PA6	4	1404	5616	9,9%	39,8%
PA7	5	1404	7020	9,9%	49,7%
PA8	6	1404	8424	9,9%	59,7%
PA2	7	1123,2	9547,2	8,0%	67,6%
PA9	8	1123,2	10670,4	8,0%	75,6%
PA10	9	951,75	11622,15	6,7%	82,3%
PA12	10	951,75	12573,9	6,7%	89,0%
PA1	11	785,25	13359,15	5,6%	94,6%
PA11	12	761,4	14120,55	5,4%	100,0%



Gambar 4.23 Diagram Pareto Nilai ETDk Produk PA

Tabel 4.48 Preventive Action Terpilih Produk PA

Preventive Action Terpilih Produk PA	
PA3	Menyediakan <i>spare chain drag conveyor</i>
PA4	Penggantian <i>body screen</i>
PA5	Penggantian <i>line rock grinding</i>

4.4.6 Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk ZA

Keseluruhan proses perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) produk ZA dilakukan melalui teknik FGD yang melibatkan *staff* dan atau kepala unit dari masing-masing unit produksi III A yakni produk SA, PA, dan ZA. Nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) produk ZA diperoleh dari pembagian nilai *total effectiveness of action* (TEk) *prevention action* dan tingkat kesulitan penerapan *prevention action*. Penentuan tingkat kesulitan penerapan tersebut, dapat dilihat pada Tabel 4.38. Adapun rumus perhitungan ETDk, sebagai berikut :

$$ETD_k = TE_k / D_k$$

$$ETD_1 = 1764 / 4$$

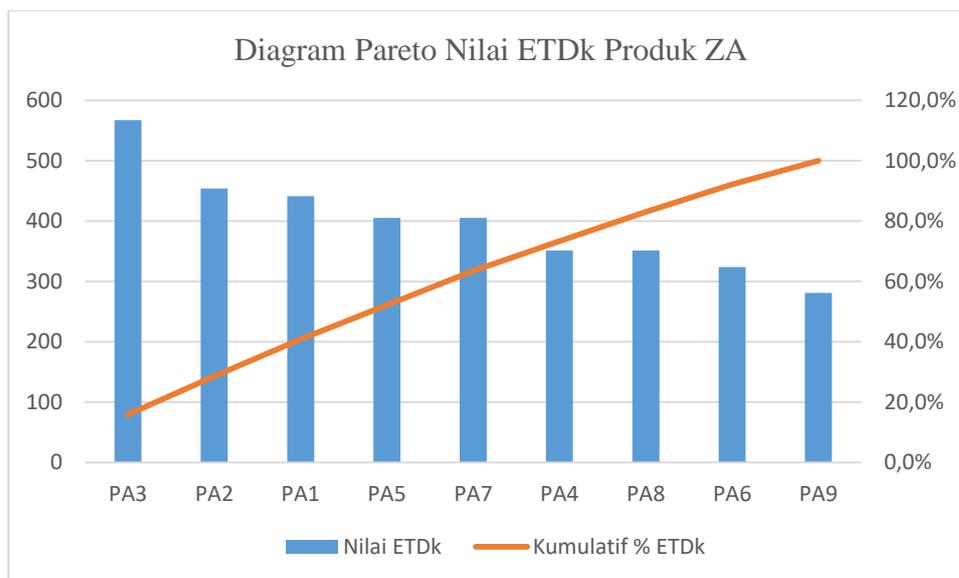
$$= 441$$

Rumus perhitungan di atas digunakan untuk menghitung nilai ETDk seluruh *prevention action*. Hasil perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) produk ZA yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.49. Selanjutnya dilakukan prioritas *prevention action* dengan teknik pareto berdasarkan *ranking*

nilai *effectiveness to difficulty ratio* untuk mendapatkan *preventive action* terpilih, yang tertera pada Gambar 4.24. *Preventive action* terpilih tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.49 Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk ZA

<i>Preventive Action</i>	<i>Rank</i>	Nilai ETDk	Kumulatif ETDk	% ETDk	Kumulatif % ETDk
PA3	1	567	567	15,8%	15,8%
PA2	2	453,6	1020,6	12,7%	28,5%
PA1	3	441	1461,6	12,3%	40,8%
PA5	4	405	1866,6	11,3%	52,2%
PA7	5	405	2271,6	11,3%	63,5%
PA4	6	351	2622,6	9,8%	73,3%
PA8	7	351	2973,6	9,8%	83,1%
PA6	8	324	3297,6	9,1%	92,2%
PA9	9	280,8	3578,4	7,8%	100,0%



Gambar 4.24 Diagram Pareto Nilai ETDk Produk ZA

Tabel 4.50 *Preventive Action* Terpilih Produk ZA

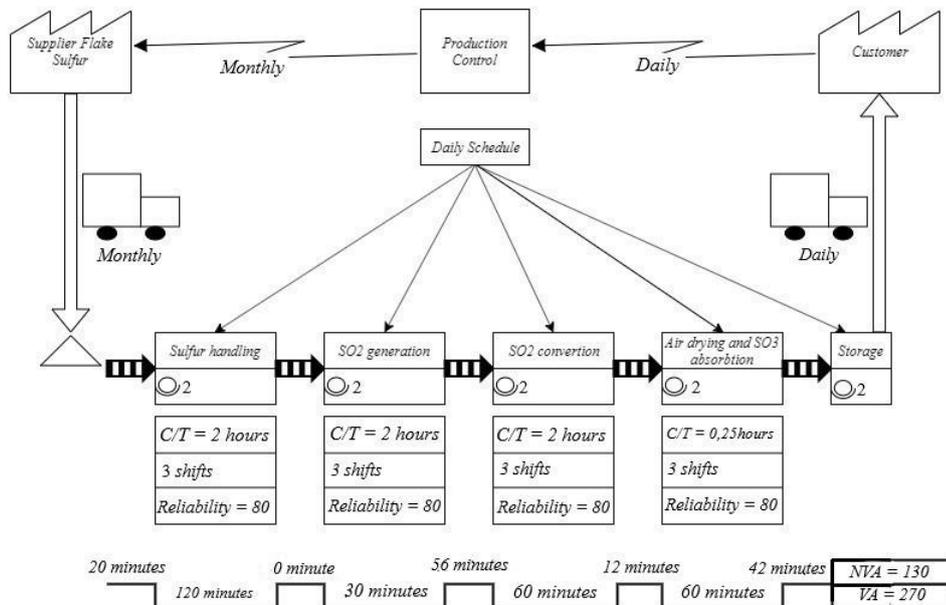
<i>Preventive Action</i> Terpilih Produk ZA	
PA3	Penggantian <i>shaft drum filter</i>
PA2	Penggantian <i>spare part centrifuge</i>

4.5 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping*

Setelah mengidentifikasi risiko hingga memilih alternatif perbaikan dengan HOR, maka dilakukan pemetaan alur produksi menggunakan *future state mapping* setelah penerapan *preventive action* terpilih di lantai produksi unit III A yang memproduksi produk SA, PA dan ZA. Pada *future state mapping* tersebut dapat terlihat perbedaan dari segi waktu yang tereduksi hasil dari upaya mitigasi risiko.

4.5.1 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping* Produk SA

Pemetaan alur produksi dengan *future state mapping* produk SA pada Gambar 4.25, dilakukan setelah terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di lantai produksi. Besaran durasi yang tertera merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah alternatif perbaikan terpilih sesuai Tabel 4.46. Adapun keterangan terkait jumlah durasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *non value added* (NVA) tereduksi, tertera di Tabel 4.51. Nilai NVA tereduksi merupakan hasil pengurangan antara NVA pada *current state mapping* dan NVA pada *future state mapping*. Hasil durasi 0 menit menandakan bahwa tidak ada waktu yang ditimbulkan oleh *waste*.



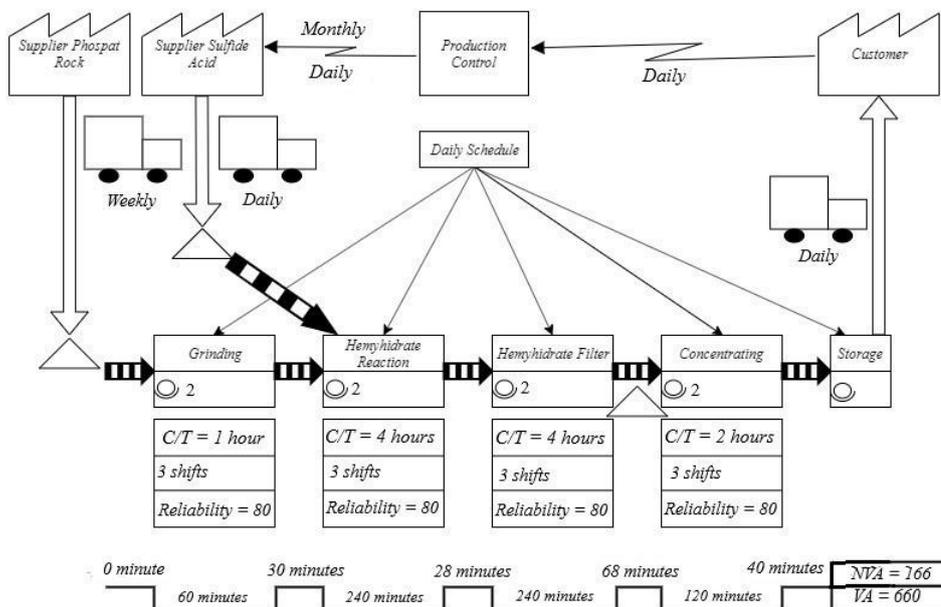
Gambar 4.25 *Future State Mapping* Produk SA

Tabel 4.51 Jumlah Durasi VA, NVA, dan NVA Tereduksi Produk SA

Alur Produksi	VA (Menit)	NVA (Menit)	NVA Tereduksi (Menit)
<i>Sulfur handling</i>	120	0	32
<i>SO₂ generation</i>	30	48	0
<i>SO₂ conversion</i>	60	12	0
<i>Air drying dan SO₃ absorbtion</i>	60	36	0

4.5.2 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping* Produk PA

Pemetaan alur produksi dengan *future state mapping* produk PA pada Gambar 4.26, dilakukan setelah terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di rantai produksi. Besaran durasi yang tertera merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah tiga alternatif perbaikan terpilih diterapkan sesuai Tabel 4.48. Adapun keterangan terkait jumlah durasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *non value added* (NVA) tereduksi, tertera di Tabel 4.52. Nilai NVA tereduksi merupakan hasil pengurangan antara NVA pada *current state mapping* dan NVA pada *future state mapping*. Hasil durasi 0 menit menandakan bahwa tidak ada waktu yang ditimbulkan oleh *waste*.



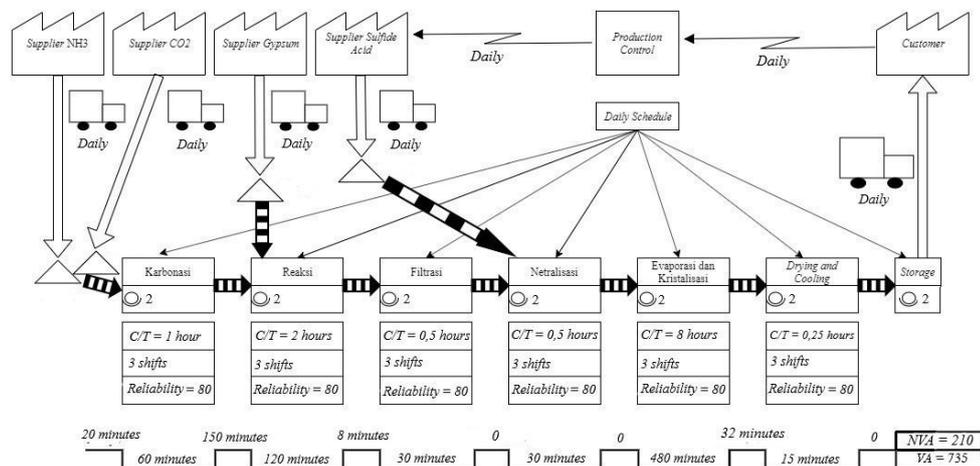
Gambar 4.26 *Future State Mapping* Produk PA

Tabel 4.52 Jumlah Durasi VA, NVA, dan NVA Tereduksi Produk PA

Alur Produksi	VA (Menit)	NVA (Menit)	NVA Tereduksi (Menit)
<i>Grinding</i>	60	0	40
<i>Hemyhidrate reaction</i>	240	28	0
<i>Hemyhidrate filter</i>	240	36	0
Konsentrasi	120	12	0

4.5.3 Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping* Produk ZA

Pemetaan alur produksi dengan *future state mapping* produk ZA pada Gambar 4.27, dilakukan setelah terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di rantai produksi. Besaran durasi yang tertera merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah dua alternatif perbaikan terpilih sesuai Tabel 4.50. Adapun keterangan terkait jumlah durasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *non value added* (NVA) tereduksi, tertera di Tabel 4.53. Nilai NVA tereduksi merupakan hasil pengurangan antara NVA pada *current state mapping* dan NVA pada *future state mapping*. Hasil durasi 0 menit menandakan bahwa tidak ada waktu yang ditimbulkan oleh *waste*.



Gambar 4.27 *Future State Mapping* Produk ZA

Tabel 4.53 Jumlah Durasi VA, NVA, dan NVA Tereduksi Produk ZA

Alur Produksi	VA (Menit)	NVA (Menit)	NVA Tereduksi (Menit)
Karbonasi	60	20	0
Reaksi	120	8	0
Filtrasi	30	0	43
Netralisasi	30	0	0
Evaporasi dan Kristalisasi	480	32	150
<i>Drying dan Cooling</i>	15	0	0

BAB 5

ANALISA DAN INTEPRETASI DATA

5.1 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping*

Pemetaan alur produksi dengan *Current State Mapping* dilakukan untuk memetakan alur produksi dari awal hingga akhir, sehingga memudahkan mengidentifikasi pemborosan yang terjadi. Pemborosan yang dimaksud pada penelitian ini adalah pemborosan yang terklasifikasi pada *nine wastes (E-DOWNTIME)*. Setelah dilakukan pemetaan alur produksi, keseluruhan *risk event* dan *risk agent* yang berhasil teridentifikasi yakni pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Pada visual VSM, keempat pemborosan tersebut tidak semua dapat digambarkan, kecuali pemborosan *waiting*. Pemborosan *waiting* tergambarkan melalui keterangan nilai *value added (VA)* dan *non value added (NVA)*. Hal ini merupakan keterbatasan VSM yang kurang efektif dalam merepresentasikan pemborosan pada sebuah alur produksi.

5.1.1 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping*

Produk SA

Pada tahun 2019, unit III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) ditargetkan memproduksi produk SA sebesar 570.000 ton. Pemetaan dalam bentuk *current state mapping* yang tertera pada Gambar 4.1, memetakan alur proses produksi produk SA dari *sulfur handling*, *SO₂ generation*, *SO₂ conversion*, serta *air drying* hingga *SO₃ absorbtion*. Pada pemetaan tersebut, teridentifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 26 *risk event* dan 24 *risk agent*, yang tertera pada Tabel 4.2, Tabel 4.3 dan Tabel 4.4. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* tersebut menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Proses produksi produk SA mempunyai jumlah durasi *value added (VA)* sebanyak 270 menit dan *non value added (NVA)* sebanyak 162 menit dalam sekali produksi.

5.1.2 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping*

Produk PA

Pada tahun 2019, unit III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) ditargetkan memproduksi produk PA sebesar 180.000 ton. Pemetaan dalam bentuk *current state mapping* yang tertera pada Gambar 4.2, memetakan alur proses produksi produk PA dari *grinding*, *hemyhidrate reaction*, *hemyhidrate filter*, hingga konsentrasi. Pada pemetaan tersebut, teridentifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 37 *risk event* dan 30 *risk agent*, yang tertera pada Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* tersebut menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Proses produksi produk PA mempunyai jumlah durasi *value added* (VA) sebanyak 660 menit dan *non value added* (NVA) sebanyak 206 menit dalam sekali produksi.

5.1.3 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Current State Mapping*

Produk ZA

Pada tahun 2019, unit III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) ditargetkan memproduksi produk ZA sebesar 330.000 ton. Pemetaan dalam bentuk *current state mapping* yang tertera pada Gambar 4.3, memetakan alur proses produksi produk ZA dari karbonasi, reaksi, filtrasi, netralisasi, evaporasi dan kristalisasi hingga *drying* dan *cooling*. Pada pemetaan tersebut, teridentifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 28 *risk event* dan 28 *risk agent*, yang tertera pada Tabel 4.9,

Tabel 4.10, Tabel 4.11 dan Tabel 4.12. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* tersebut menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS. Proses produksi produk ZA mempunyai jumlah durasi *value added* (VA) sebanyak 735 menit dan *non value added* (NVA) sebanyak 210 menit dalam sekali produksi.

5.2 Analisa Penilaian Risiko Terhadap Waste Dengan HOR fase 1

Penilaian *severity*, *occurrence* dan ARP dengan HOR fase 1 dilakukan menggunakan teknik *Focus Group Discussion* (FGD) dengan melibatkan empat

expert yakni Kabag SA, Kabag PA, Kabag ZA dan Staf Perencanaan dan Pengendalian. Tim lintas fungsi akan diminta untuk melakukan identifikasi dan penetapan definisi peristiwa risiko dan agen risiko, tingkat keparahan terkait dan tingkat kejadiannya, serta korelasi antara masing-masing agen risiko dan setiap peristiwa risiko (Pujawan & Geraldin, 2009).

Pada HOR 1 untuk mendapatkan prioritas *risk agent* terpilih, maka dilakukan penilaian ARP dengan melibatkan nilai *severity*, *occurrence* dan korelasi antara *risk event* dan *risk agent* yang tertera pada Tabel 4.21. Nilai ARP diolah dengan teknik pareto 20:80 guna mendapatkan *risk agent* terpilih. Tidak seperti dalam model FMEA di mana probabilitas kejadian dan tingkat keparahan dikaitkan dengan kejadian risiko. Pada HOR ditetapkan probabilitas untuk agen risiko dan tingkat keparahan terhadap peristiwa risiko, karena satu agen risiko dapat mengakibatkan sejumlah peristiwa risiko, sehingga perlu perhitungan nilai ARP terhadap agen risiko tersebut (Pujawan & Geraldin, 2009).

5.2.1 Analisa Penilaian Severity, Occurrence, dan ARP Produk SA

Menurut proses bisnis *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) meliputi *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*, terdapat *risk event* sejumlah 26 dengan komposisi 1 *risk event* pada *plan*, 4 *risk event* pada *source*, 19 *risk event* pada *make*, 1 *risk event* pada *deliver*, dan 1 *risk event* pada *return*. *Risk event* paling banyak terdapat pada *make* dengan persentase 73%. Sedangkan *severity* yang terjadi termasuk dalam kriteria 3, 4, dan 5. Kriteria 4 menjadi *severity* yang paling banyak terjadi dengan jumlah 12 *risk event* atau dengan persentase 46%.

Setelah mengidentifikasi *risk event*, dilakukan penentuan *risk agent* atau penyebab dari *risk event* tersebut. Terdapat sejumlah 24 *risk agent*, dengan sebaran *occurrence* atau kemungkinan terjadinya pada kriteria 1, 2, 3, 4 dan 5. Kriteria 3 merupakan kriteria *occurrence* yang paling banyak terjadi dengan jumlah 12 *risk agent* atau dengan persentase 50%. Pada produk SA, *risk agent* terpilih yang akan dilanjutkan pada HOR 2 adalah mesin/alat korosi dan mesin/alat *aging* dengan notasi masing-masing A6 dan A5. Besaran persentase kumulatif nilai ARP A6 dan A5 masing-masing sejumlah 17,4% dan 26,7%.

5.2.2 Analisa Penilaian Severity, Occurrence, dan ARP Produk PA

Menurut proses bisnis *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) meliputi *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*, terdapat *risk event* sejumlah 37 dengan komposisi 1 *risk event* pada *plan*, 8 *risk event* pada *source*, 26 *risk event* pada *make*, 1 *risk event* pada *deliver*, dan 1 *risk event* pada *return*. *Risk event* paling banyak terdapat pada *make* dengan persentase 70%. Sedangkan *severity* yang terjadi termasuk dalam kriteria 3 dan 4. Kriteria 4 menjadi *severity* tertinggi dan paling banyak terjadi dengan jumlah 24 *risk event* atau dengan persentase 65%.

Setelah mengidentifikasi *risk event*, dilakukan penentuan *risk agent* atau penyebab dari *risk event* tersebut. Terdapat sejumlah 30 *risk agent*, dengan sebaran *occurrence* atau kemungkinan terjadinya pada kriteria 1, 2, 3, dan 4. Kriteria 3 merupakan kriteria *occurrence* yang paling banyak terjadi dengan jumlah 24 *risk agent* atau dengan persentase 65%. Pada produk PA, *risk agent* terpilih yang akan dilanjutkan pada HOR 2 adalah mesin/alat rusak dan mesin/alat korosi dengan notasi masing-masing A10 dan A7. Besaran persentase kumulatif nilai ARP A10 dan A7 masing-masing sejumlah 14,7% dan 24,7%.

5.2.3 Analisa Penilaian Severity, Occurrence, dan ARP Produk ZA

Menurut proses bisnis *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) meliputi *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*, terdapat *risk event* sejumlah 26 dengan komposisi 1 *risk event* pada *plan*, 7 *risk event* pada *source*, 16 *risk event* pada *make*, 1 *risk event* pada *deliver*, dan 1 *risk event* pada *return*. *Risk event* paling banyak terdapat pada *make* dengan persentase 64%. Sedangkan *severity* yang terjadi termasuk dalam kriteria 3 dan 4. Kriteria 3 menjadi *severity* yang paling banyak terjadi dengan jumlah 15 *risk event* atau dengan persentase 54%.

Setelah mengidentifikasi *risk event*, dilakukan penentuan *risk agent* atau penyebab dari *risk event* tersebut. Terdapat sejumlah 28 *risk agent*, dengan sebaran *occurrence* atau kemungkinan terjadinya pada kriteria 1, 2, 3, dan 4. Kriteria 3 merupakan kriteria *occurrence* yang paling banyak terjadi dengan jumlah 15 *risk agent* atau dengan persentase 53%. Pada produk ZA, *risk agent* terpilih yang akan dilanjutkan pada HOR 2 adalah mesin/alat *aging*, mesin/alat korosi, kedatangan kapal tidak bisa diprediksi dan mesin/alat abrasi dengan notasi masing-masing A8,

A9, A3, dan A11. Besaran persentase kumulatif nilai ARP A8, A9, A3, dan A11 masing-masing sejumlah 8,5%, 14,6%, 19,9% dan 25,2%.

5.3 Analisa Perancangan Alternatif Perbaikan Dengan HOR Fase 2

Perancangan alternatif perbaikan dengan HOR fase 2 pada produk SA, PA dan ZA dilakukan menggunakan teknik *Focus Group Discussion* (FGD) dengan melibatkan empat *expert* yakni Kabag SA, Kabag PA, Kabag ZA dan Staf Perencanaan dan Pengendalian. Input ke model HOR membutuhkan pengumpulan data dan *brainstorming* yang signifikan dalam organisasi (Pujawan & Geraldin, 2009).

Nilai ARP yang dihasilkan pada HOR fase 1 dilibatkan dalam perhitungan nilai *total effectiveness of action* (TEK) dengan mengkalikan nilai korelasi antara *risk agent* dan *prevention action* yang tertera pada Tabel 4.37. Selanjutnya, nilai *total effectiveness of action* (TEK) dibagi dengan nilai tingkat kesulitan yang tertera pada Tabel 4.38, guna mendapatkan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk). Tingkat kesulitan harus mencerminkan kondisi keuangan dan sumber daya lain yang diperlukan untuk melakukan tindakan yang sesuai. Oleh karena itu, rasio menunjukkan efektivitas biaya setiap tindakan. Setiap tindakan yang diprioritaskan diperoleh berdasarkan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk). Semakin tinggi rasio, semakin efektif biaya tindakan yang diusulkan (Pujawan & Geraldin, 2009). Kemudian, nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) diolah dengan teknik pareto 20:80 guna mendapatkan *preventive action* terpilih.

5.3.1 Analisa Penilaian *Total Effectiveness of Action* dan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk SA

Hasil FGD menyepakati adanya 9 *preventive action* sebagai tindakan mitigasi atas *risk agent* terpilih, yang dinotasikan sebagai PA1 hingga PA9. *Preventive action* tersebut mempunyai skala korelasi 3 dan 9 yang berartikan bahwa *preventive action* berperan sedang dan besar dalam mencegah terjadinya *risk agent*, sesuai Tabel 4.37, dan kemudian dilakukan nilai *total effectiveness of action* (TEK).

Perolehan nilai *total effectiveness of action* (TEK) tersebut selanjutnya dibagi dengan tingkat kesulitan dengan skala 4 dan 5 yang berartikan bahwa penerapan *preventive action* membutuhkan biaya dan *resource* yang cukup dan sulit, mengacu pada Tabel 4.38. Pembagian tersebut menghasilkan nilai *effectiveness to difficulty*

ratio (ETDk) yang kemudian diolah dengan teknik pareto guna mendapatkan *preventive action* terpilih, yakni penggantian *spare part* pompa yang dinotasikan sebagai PA4. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA4 sejumlah 19,0%, tertera pada Tabel 4.45.

5.3.2 Analisa Penilaian *Total Effectiveness of Action* dan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk PA

Hasil FGD menyepakati adanya 12 *preventive action* sebagai tindakan mitigasi atas *risk agent* terpilih, yang dinotasikan sebagai PA1 hingga PA12. *Preventive action* tersebut mempunyai skala korelasi 3 dan 9 yang berartikan bahwa *preventive action* berperan sedang dan besar dalam mencegah terjadinya *risk agent*, sesuai Tabel 4.37, dan kemudian dilakukan nilai *total effectiveness of action* (TEk).

Perolehan nilai *total effectiveness of action* (TEk) tersebut selanjutnya dibagi dengan tingkat kesulitan dengan skala 4 dan 5 yang berartikan bahwa penerapan *preventive action* membutuhkan biaya dan *resource* yang cukup dan sulit, mengacu pada Tabel 4.38. Pembagian tersebut menghasilkan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) yang kemudian diolah dengan teknik pareto guna mendapatkan *preventive action* terpilih, yakni menyediakan *spare chain drag conveyor*, penggantian *body screen*, dan penggantian *line rock grinding* yang masing-masing dinotasikan sebagai PA3, PA4, PA5. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA3, PA4, dan PA5 masing-masing sejumlah 9,9%, 19,9% dan 29,8%, tertera pada Tabel 4.47.

5.3.3 Analisa Penilaian *Total Effectiveness of Action* dan *Effectiveness to Difficulty Ratio* Produk ZA

Hasil FGD menyepakati adanya 9 *preventive action* sebagai tindakan mitigasi atas *risk agent* terpilih, yang dinotasikan sebagai PA1 hingga PA9. *Preventive action* tersebut mempunyai skala korelasi 3 dan 9 yang berartikan bahwa *preventive action* berperan sedang dan besar dalam mencegah terjadinya *risk agent*, sesuai Tabel 4.37, dan kemudian dilakukan nilai *total effectiveness of action* (TEk).

Perolehan nilai *total effectiveness of action* (TEk) tersebut selanjutnya dibagi dengan tingkat kesulitan dengan skala 4 dan 5 yang berartikan bahwa penerapan *preventive action* membutuhkan biaya dan *resource* yang cukup dan sulit, mengacu pada Tabel 4.38. Pembagian tersebut menghasilkan nilai *effectiveness to*

difficulty ratio (ETDk) yang kemudian diolah dengan teknik pareto guna mendapatkan *preventive action* terpilih, yakni penggantian *shaft drum filter* dan penggantian *spare part centrifuge* yang masing-masing dinotasikan sebagai PA3 dan PA2. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA3 dan PA2 masing-masing sejumlah 15,8% dan 28,5%, tertera pada Tabel 4.49.

5.4 Analisa Pemilihan Alternatif Perbaikan

Pemilihan alternatif perbaikan sesuai dengan hasil *preventive action* yang terpilih dari HOR fase 2. Hasil *preventive action* yang terpilih merupakan *preventive action* yang paling efektif diterapkan dengan mempertimbangkan kondisi finansial dan *resource* perusahaan. Secara umum, tindakan bisa bersifat strategis atau taktis (Pujawan & Geraldin, 2009). Tindakan mitigasi dapat berupa *avoidance*, kontrol, kerja sama, dan fleksibilitas (Juttner, Peck, & Christopher, 2003).

5.4.1 Analisa Alternatif Perbaikan Terpilih Produk SA

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) yang kemudian diolah dengan teknik pareto guna mendapatkan *preventive action* terpilih, yakni penggantian *spare part* pompa yang dinotasikan sebagai PA4. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA4 sejumlah 19,0%, tertera pada Tabel 4.45. Penggantian *spare part* pompa dilakukan pada pompa dengan kode P-1002 dan P-1004 yang menuju *furnace* serta pompa dengan kode P-1301, P-1302, dan P-1303 yang menuju ke *drying tower*. Penggantian *spare part* pompa tersebut, di bawah tanggung jawab kabag mekanik dan kabag candal.

5.4.2 Analisa Alternatif Perbaikan Terpilih Produk PA

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) yang kemudian diolah dengan teknik pareto guna mendapatkan *preventive action* terpilih, yakni menyediakan *spare chain drag conveyor*, penggantian *body screen* dan penggantian *line rock grinding* yang masing-masing dinotasikan sebagai PA3, PA4 dan PA5. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA3, PA4 dan PA5 masing-masing sejumlah 9,9%, 19,9% dan 29,8%, tertera pada Tabel 4.47. Penyediaan *spare chain drag conveyor*, dilakukan pada *chain drag conveyor* yang telah berusia empat tahun dengan kode M-2204, di bawah tanggung jawab kabag

mekanik dan kabag candal. Penggantian *body screen*, dilakukan pada mesin dengan kode F-2202, di bawah tanggung jawab kabag bengkel, kabag candal, kabag mekanik, dan kabag tarel. Sedangkan, penggantian *line rock grinding*, dilakukan pada *liner* dengan kode Q-2204, di bawah tanggung jawab kabag bengkel, kabag candal, kabag mekanik, dan kabag tarel.

5.4.3 Analisa Alternatif Perbaikan Terpilih Produk ZA

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDk) yang kemudian diolah dengan teknik pareto guna mendapatkan *preventive action* terpilih, yakni penggantian *shaft drum filter* dan penggantian rotor turbin yang masing-masing dinotasikan sebagai PA3 dan PA2. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA3 dan PA2 masing-masing sejumlah 15,8% dan 28,5%, tertera pada Tabel 4.49. Penggantian *shaft drum filter*, dilakukan pada filter dengan kode F-5301 dan F-5302, di bawah tanggung jawab kabag tarel, kabag mekanik dan kabag bengkel. Sedangkan penggantian *spare part centrifuge*, dilakukan pada rotor turbin dengan kode M-5501, di bawah tanggung jawab kabag mekanik, kabag candal, dan kabag tarel.

5.5 Analisa Perbandingan Hasil HOR Terhadap Permasalahan Waste Produk SA, PA, dan ZA

Proses perbandingan hasil HOR terhadap permasalahan *waste* produk SA, PA dan ZA menjelaskan adanya persamaan sekaligus perbedaan di antara ketiga produk, yang dapat dilihat pada *risk event*, *risk agent* dan *prevention action*. Adanya hasil yang relatif sama dan berbeda dipengaruhi oleh kondisi *real* yang terjadi pada proses produksi tiga produk tersebut. Tentunya berkaitan erat dengan jenis bahan baku yang digunakan, tingkat kompleksitas produksi, luasan area unit pabrik, tingkat kesulitan *treatment* terhadap produk, dan lain sebagainya. Hal-hal tersebut yang kemudian membentuk pola risiko yang mendominasi di setiap unitnya.

Analisa hasil HOR produk SA, PA, dan ZA yang diambil dari sudut *risk agent* terpilih. Pada produk SA, *risk agent* terpilih yakni mesin/alat korosi dan mesin/alat *aging* dengan notasi masing-masing A6 dan A5. Pada produk PA, *risk agent* terpilih yakni mesin/alat rusak dan mesin/alat korosi dengan notasi masing-masing A10 dan A7. Pada produk ZA, *risk agent* terpilih yakni mesin/alat *aging*, mesin/alat korosi,

kedatangan kapal tidak bisa diprediksi dan mesin/alat abrasi dengan notasi masing-masing A8, A9, A3, dan A11. Keseluruhan *risk agent* terpilih tersebut menggambarkan kondisi yang relatif sama yaitu terpilihnya *risk agent* pada mesin pada ketiga produk. Mesin/alat korosi, mesin/alat *aging*, mesin/alat rusak dan mesin/alat abrasi merupakan *risk agent* terpilih yang merepresentasikan bahwa mesin-mesin yang beroperasi kerap kali menunjukkan penurunan performansi, sehingga perlu diadakan perbaruan mesin secara bertahap.

Mesin/alat korosi bisa terjadi pada proses statis dan dinamis, karena bersentuhan dengan zat kimia bersifat asam kuat. Mesin/alat *aging* terjadi karena mesin/alat tersebut telah termakan umur, sehingga rentan terjadi kerusakan jenis apapun. Mesin/alat rusak adalah klasifikasi kerusakan selain mesin/alat korosi, mesin/alat *aging*, dan mesin/alat abrasi sebagai penyebabnya. Contohnya, mesin/alat rusak akibat dari lalainya petugas mekanik saat melakukan *preventive maintenance*. Mesin/alat abrasi disebabkan oleh dua benda yang bergesekan dan menimbulkan benturan, sehingga mengikis permukaan dua benda tersebut. Pada unit produk SA, PA, dan ZA, mempunyai keempat *risk agent* tersebut dalam proses produksinya. Hanya saja, besaran nilai *occurrence* berbeda, tergantung kondisi *real* yang terjadi pada proses produksi tiga produk tersebut.

Pada produk SA, *risk agent* yang paling mendominasi dengan besaran kumulatif ARP 17,4% adalah mesin/alat korosi. Hal ini disebabkan, zat kimia yang diolah hingga dihasilkan di lantai produksi yakni asam sulfat (H_2SO_4), bersifat asam kuat. Jika terdapat udara yang terperangkap pada mesin/alat, tentunya dapat mengakibatkan korosi. Umumnya ditemukan di setiap sambungan pipa. Pada produk PA, *risk agent* yang paling mendominasi dengan besaran kumulatif ARP 14,7% adalah mesin/alat rusak. Kerusakan alat yang terjadi disebabkan oleh sifat bahan yang diolah berupa zat padat yang rentan sekali tertimbun atau tertinggal setelah proses produksi di beberapa mesin. Bahan yang tertinggal tersebut apabila dibiarkan, tentunya selain merusak mesin/alat, juga dapat mempengaruhi kualitas produk selanjutnya. Oleh karenanya, dijadwalkan setiap seminggu sekali unit produksi PA di-*shutdown*-kan dengan sengaja yakni pada hari rabu untuk program *cleaning* terhadap bahan sisa produksi yang tertinggal tersebut. Sedangkan, pada produk ZA, *risk agent* yang paling mendominasi dengan besaran kumulatif ARP

8,5% adalah mesin/alat *aging*. Mesin/alat *aging* berkaitan dengan lama *lifetime* mesin/alat tersebut. Hal ini terjadi oleh karena, masih banyak mesin/alat yang belum diganti dengan unit baru.

Analisa hasil HOR produk SA, PA, dan ZA yang diambil dari sudut *risk event* dan *risk agent* masing-masing teridentifikasi 26 *risk event* dan 24 *risk agent*, 37 *risk event* dan 30 *risk agent*, serta 28 *risk event* dan 28 *risk agent*, menggambarkan adanya perbedaan dari ketiganya. Perbedaan tersebut yakni kondisi rantai produksi produk PA merupakan yang mempunyai paling banyak permasalahan. Dengan kata lain, kondisi rantai produksi produk PA sangat kompleks. Hal ini didukung oleh jumlah mesin yang lebih banyak dan proses produksi yang lebih rumit dibanding dengan dua produk lainnya, sehingga membutuhkan perhatian khusus dari pihak *management* guna menjaga aliran produksi tetap sehat.

5.6 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping*

Pemetaan alur produksi dengan *future state mapping* produk SA, PA dan ZA dilakukan setelah terpilihnya *preventive action* terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di rantai produksi. Tujuan pemetaan *future state mapping* adalah untuk membandingkan kondisi sebelum dilakukan *preventive action* dan setelah dilakukan *preventive action* melalui keterangan durasi *value added* (VA) dan *non value added* (NVA). Besaran durasi yang tertera merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah *preventive action* terpilih diterapkan. Nilai NVA tereduksi merupakan hasil pengurangan antara NVA pada *current state mapping* dan NVA pada *future state mapping*. Hasil durasi 0 menit menandakan bahwa tidak ada waktu yang ditimbulkan oleh *waste*.

5.6.1 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping* Produk SA

Setelah terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di rantai produksi diterapkan, maka kemudian memetakan alur produksi produk SA dengan *future state mapping*, seperti pada Gambar 4.25. Pada peta alur proses produksi tersebut, tertera keterangan durasi yang merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah satu alternatif perbaikan terpilih yakni penggantian *spare part* pompa telah berhasil diterapkan di rantai produksi. Adapun

keterangan terkait jumlah durasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *non value added* (NVA) tereduksi, tertera di Tabel 4.51. Jumlah durasi NVA yang berhasil tereduksi adalah 32 menit yang berasal dari penerapan satu alternatif perbaikan terpilih pada proses *sulfur handling*. Hasil tersebut didapatkan dari pengurangan jumlah durasi NVA sebesar 162 menit pada *current state mapping* dengan jumlah durasi NVA sebesar 130 menit pada *future state mapping*.

5.6.2 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping* Produk PA

Setelah terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di lantai produksi diterapkan, maka kemudian memetakan alur produksi produk PA dengan *future state mapping*, seperti pada Gambar 4.26. Pada peta alur proses produksi tersebut, tertera keterangan durasi yang merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah tiga alternatif perbaikan terpilih yakni menyediakan *spare chain drag conveyor*, penggantian *body screen* dan penggantian *line rock grinding* telah berhasil diterapkan di lantai produksi. Adapun keterangan terkait jumlah durasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *non value added* (NVA) tereduksi, tertera di Tabel 4.52. Jumlah durasi NVA yang berhasil tereduksi adalah 40 menit yang berasal dari penerapan tiga alternatif perbaikan terpilih pada proses *grinding*. Hasil tersebut didapatkan dari pengurangan jumlah durasi NVA sebesar 206 menit pada *current state mapping* dengan jumlah durasi NVA sebesar 166 menit pada *future state mapping*.

5.6.3 Analisa Pemetaan Alur Produksi Dengan *Future State Mapping* Produk ZA

Setelah terpilihnya alternatif perbaikan terhadap adanya pemborosan atau *waste* yang terjadi di lantai produksi diterapkan, maka kemudian memetakan alur produksi produk ZA dengan *future state mapping*, seperti pada Gambar 4.27. Pada peta alur proses produksi tersebut, tertera keterangan durasi yang merupakan perkiraan waktu yang terjadi setelah dua alternatif perbaikan terpilih yakni penggantian *shaft drum filter* dan penggantian *spare part centrifuge* telah berhasil diterapkan di lantai produksi. Adapun keterangan terkait jumlah durasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *non value added* (NVA) tereduksi, tertera di

Tabel 4.53. Jumlah durasi NVA yang berhasil tereduksi adalah 193 menit yang berasal dari penerapan dua alternatif perbaikan terpilih pada filtrasi dan evaporasi. Hasil tersebut didapatkan dari pengurangan jumlah durasi NVA sebesar 403 menit pada *current state mapping* dengan jumlah durasi NVA sebesar 210 menit pada *future state mapping*.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini, antara lain :

1. *Current state mapping* alur proses produksi produk SA dimulai dari *sulfur handling*, *SO₂ generation*, *SO₂ convertion*, serta *air drying* hingga *SO₃ absorbtion*. Pada pemetaan tersebut, teridentifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 26 *risk event* dan 24 *risk agent*. *Current state mapping* alur proses produksi produk PA dari *grinding*, *hemyhidrate reaction*, *hemyhidrate filter*, hingga konsentrasi. Pada pemetaan tersebut, teridentifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 37 *risk event* dan 30 *risk agent*. *Current state mapping* alur proses produksi produk ZA dari karbonasi, reaksi, filtrasi, netralisasi, evaporasi dan kristalisasi hingga *drying* dan *cooling* Pada pemetaan tersebut, teridentifikasi pemborosan atau *waste* dan penyebabnya yang dianggap sebagai *risk event* dan *risk agent* sejumlah masing-masing 28 *risk event* dan 28 *risk agent*. Keseluruhan *risk event* dan *risk agent* pada produk SA, PA, dan ZA menurut pendekatan *E-DOWNTIME*, tergolong pemborosan *waiting*, *defect*, *excess processing*, dan EHS.
2. Tujuan HOR fase 1 adalah untuk mendapatkan *risk agent* terpilih atau penyebab dari terjadinya *risk event* atau peristiwa risiko. Melalui teknik FGD, telah teridentifikasi *risk event*, *risk agent*, beserta penentuan nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi antara *risk event* dan *risk agent* di rantai produksi pabrik III A PT. Petrokimia Gresik (Persero) yang menghasilkan produk SA, PA, dan ZA. Pada rantai produksi produk SA, mesin/alat korosi dan mesin/alat *aging* merupakan *risk agent* terpilih yang masing-masing dinotasikan dengan A6 dan A5. Besaran persentase kumulatif nilai ARP A6 dan A5 masing-masing sejumlah 17,4% dan 26,7%. Pada rantai produksi produk PA, mesin/alat rusak dan mesin/alat korosi dengan notasi masing-masing A10 dan A7. Besaran persentase kumulatif nilai ARP A10 dan A7

masing-masing sejumlah 14,7% dan 24,7%. Pada lantai produksi produk ZA, Pada produk ZA, *risk agent* terpilih yang akan dilanjutkan pada HOR 2 adalah mesin/alat *aging*, mesin/alat korosi, kedatangan kapal tidak bisa diprediksi dan mesin/alat abrasi dengan notasi masing-masing A8, A9, A3, dan A11. Besaran persentase kumulatif nilai ARP A8, A9, A3, dan A11 masing-masing sejumlah 8,5%, 14,6%, 19,9% dan 25,2%.

3. Tujuan HOR fase 2 adalah untuk mendapatkan *preventive action* terpilih. Melalui teknik FGD, diusulkan rancangan alternatif perbaikan atau *preventive action* dari *risk agent* terpilih di HOR fase 1, sekaligus menetapkan nilai skala korelasi *preventive action* dan tingkat kesulitan dari penerapan *preventive action* tersebut. Pada lantai produksi produk SA, terdapat usulan alternatif perbaikan sejumlah 9 *preventive action*. Kemudian dihasilkan 1 *preventive action* terpilih yakni penggantian *spare part* pompa yang dinotasikan sebagai PA4 dengan besaran persentase kumulatif nilai ETDk sejumlah 19,0%. Pada lantai produksi produk PA, terdapat usulan alternatif perbaikan sejumlah 12 *preventive action*. Kemudian dihasilkan 3 *preventive action* terpilih yakni menyediakan *spare chain drag conveyor*, penggantian *body screen* dan penggantian *line rock grinding* yang masing-masing dinotasikan sebagai PA3, PA4 dan PA5. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA3 dan PA4 masing-masing sejumlah 9,9%, 19,9% dan 29,8%. Pada lantai produksi produk ZA, terdapat usulan alternatif perbaikan sejumlah 9 *preventive action*. Kemudian dihasilkan 2 *preventive action* terpilih yakni penggantian *shaft drum filter* dan penggantian *spare part centrifuge* yang masing-masing dinotasikan sebagai PA3 dan PA2. Besaran persentase kumulatif nilai ETDk PA3 dan PA2 masing-masing sejumlah 15,8% dan 28,5%.
4. Di lantai produksi produk SA, setelah satu alternatif perbaikan terpilih yakni penggantian *spare part* pompa telah berhasil diterapkan pada proses *sulfur handling* dapat mengeliminasi *waste* dan mereduksi NVA sebesar 32 menit. Di lantai produksi produk PA, setelah tiga alternatif perbaikan terpilih yakni menyediakan *spare chain drag conveyor*, penggantian *body screen* dan penggantian *line rock grinding* telah berhasil diterapkan pada proses *grinding*

dapat mengeliminasi *waste* dan mereduksi NVA sebesar 40 menit. Di lantai produksi produk ZA, setelah dua alternatif perbaikan terpilih yakni penggantian *shaft drum filter* dan penggantian *spare part centrifuge* telah berhasil diterapkan pada proses filtrasi dan evaporasi dapat mengeliminasi *waste* dan mereduksi NVA sebesar 193 menit.

5. Mesin/alat korosi, mesin/alat *aging*, mesin/alat rusak dan mesin/alat abrasi merupakan *risk agent* terpilih yang merepresentasikan bahwa mesin-mesin yang beroperasi kerap kali menunjukkan penurunan performansi, sehingga perlu diadakan perbaruan mesin secara bertahap.
6. Kondisi lantai produksi produk PA sangat kompleks dibanding dua produk lainnya, oleh karena teridentifikasi 37 *risk event* dan 30 *risk agent*, sehingga membutuhkan perhatian khusus dari pihak *management* guna menjaga aliran produksi tetap sehat.

6.2 Saran

Saran pada penelitian ini ditujukan untuk dua pihak yakni akademisi dan perusahaan, yakni :

1. Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dan dikembangkan guna menjawab permasalahan perusahaan di sektor lainnya, khususnya dalam hal merancang alternatif perbaikan di lantai produksi guna meminimalisir adanya pemborosan atau *waste*.
2. Metode VSM kurang efektif untuk menggambarkan adanya pemborosan, khususnya pemborosan yang terklasifikasi ke dalam *nine wastes (E-DOWNTIME)*. Penelitian selanjutnya, diharapkan menggunakan metode lainnya yang dapat menjawab kekurangan metode VSM tersebut. Metode yang dapat digunakan salah satunya adalah *Waste Identification Diagram (WID)*.
3. Penelitian ini bersifat kualitatif dan mengangkat topik bidang *lean manufacture*. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat dikembangkan pada bidang *lean service* dan menerapkan metode kuantitatif.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, R. F. (2017). *Integrasi Sustainable Value Stream Mapping (SUS-VSM) Dan Life Cycle Assessment (LCA) Untuk Meningkatkan Performansi Sustainability Pada PT. Pertamina Lubricant – Production Unit Gresik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Alfiansyah, R. (2018). *Identifikasi Waste Dengan Metode Waste Assessment Model Dalam Penerapan Lean Manufacturing Untuk Perbaikan Prose Produksi (Studi Kasus Pada Proses Produksi Sarung Tangan)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bhattacharya, A., Nand, A., & Castka, P. (2019). Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review. *Journal of Cleaner Production*.
- Bhosale, P., & Salunke, H. (2015). Value Stream Mapping: Case Study on Residential Construction Sector. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*.
- Botti, L., Mora, C., & Regattieri, A. (2017). Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line. *Computers & Industrial Engineering Journal* 111.
- Ersam, A. D. (2018). *Aplikasi Lean Manufacturing Pada PT. Kelola Mina Laut (KML) Gresik Untuk Mereduksi Pemborosan Proses Produksi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hamka, D. H. (2018). *Pengembangan Metode Fire Safety Risk Evaluation Pada Industri Pembangkit Listrik Dengan Integrasi Metode House of Risk (HOR) dan ISO 55001:2014*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Hilda, C., & Javier, C. (2016). Towards lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a systems thinking perspective. *Journal of Cleaner Production*.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. United States: Lean Enterprise Center Cardiff Business School.
- Huan, S. H., Sheoran, S. K., & Wang, G. (2004). A Review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model. *Supply Chain management*.
- Juttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics Research and Applications*.
- Khusna, A. N. (2016). *Perbaikan Proses Produksi Dengan Pendekatan Lean Manufacturing*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Leming-Lee, T. ', Polancich, S., & Pilon, B. (2019). The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting. *Nursing Clinics of North America*.
- Malita, A. N. (2018). *Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Model Modified House of Risk (HOR) Pada Instalasi Gawat Darurat (IGD) Rumah Sakit Umum Haji Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Marodin, G. A., & Saurin, T. (2014). Classification and Relationship Between Risk that Affect Lean Production Implementation: A Study in Southern Brazil. *J. Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Megayanti, W. (2018). *Life Cycle Value Stream Mapping (LC-VSM): Kajian Away Applicability Penerapan LC-VSM*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Oktavia, C. W. (2014). *Analisis dan Mitigasi Risiko Dengan Pendekatan Interpretive Structural Mdelling (ISM), Analytical Network Process (ANP), dan House of Risk (HOR) Pada Proses Pengadaan Barang dan Jasa di PT*.

- Semen Indonesia (Persero) Tbk.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pearce, A., & Pons, D. (2013). Implementing Lean Practices: Managing The Transformation Risk. *Journal of Industrial Engineering*.
- (t.thn.). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 05 Tahun 1996*. Jakarta: Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- (t.thn.). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012*. Jakarta: Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2009). House Of Risk: A Model For Proactive Supply Chain Risk Management. *Business Process Management Journal*.
- Purnasari, I. (2016). *Minimasi Waste (Pemborosan) Pada Proses Produksi Pupuk Organik (Petroganik) di PT Petrokimia Gresik Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reniers, G. (2017). On The Future of Safety in Manufacturing Industry. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017*.
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production line analysis via value stream mapping: a lean. . *2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015*.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. USA: The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Souza, J. P., & Alves, J. M. (2018). Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. *Journal of Cleaner Production*.
- Stack, L. (2010). *Lean Process and DOWNTIME*. USA: The Productivity Pro.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering 97*.
- (t.thn.). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970*. Jakarta: Keselamatan Kerja.

Wahab, A. N. (2013). A conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology 11*.

Widiasih, W., Karningsih, P. D., & Ciptomulyono, U. (2015). Development of integrated model for managing risk in lean manufacturing implementation: a case study in an Indonesian manufacturing company. *Procedia Manufacturing*.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *The Machine That Change the World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial.

LAMPIRAN

Lembar Panduan *Focus Group Discussion* (FGD)

Panduan FGD ini merupakan alat untuk mengidentifikasi adanya pemborosan atau waste yang terjadi pada setiap aktivitas di unit produksi, sekaligus mengukur tingkat risiko yang harus ditanggung hingga menyusun usulan prioritas yang akan dilakukan dengan mengacu pada judul penelitian :

“KOMBINASI METODE *VALUE STREAM MAPPING* DAN *HOUSE OF RISK* GUNA MENGELIMINASI PEMBOROSAN DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS (STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI III A PT. PETROKIMIA GRESIK (PERSERO))”

Tanggal :

Durasi :

Tempat :

Moderator :

Nama Peserta :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Pertanyaan yang Diajukan

1. Jenis Pemborosan

Tentukan bentuk jenis pemborosan yang pernah terjadi di unit produksi, berdasarkan klasifikasi yang tertera di table berikut :

Jenis Pemborosan	Deskripsi
<i>Environmental, Health, and Safety</i> (EHS)	Pemborosan yang diakibatkan oleh ketidakpatuhan terhadap prosedur EHS dan menimbulkan kecelakaan kerja sehingga membutuhkan waktu dan biaya lebih yang harus ditanggung perusahaan.
<i>Defect</i>	Pemborosan yang ditandai dengan keberadaan barang cacat yang tidak memenuhi kriteria atau standart kualitas produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
<i>Overproduction</i>	Pemborosan yang ditandai dengan terjadinya produksi berlebihan oleh karena ketidakmampuan perusahaan dalam menghitung kebutuhan atau permintaan pasar.

Jenis Pemborosan	Deskripsi
<i>Waiting</i>	Pemborosan yang ditandai dengan terjadinya <i>bottleneck</i> atau waktu tunggu yang diakibatkan oleh beberapa hal antara lain pekerja kurang kooperatif dalam komunikasi, ketidaksesuaian laju kerja, <i>change over time</i> mesin yang lama, dan lain sebagainya.
<i>Non-utilized/Underutilized Talent</i>	Pemborosan yang diakibatkan oleh pekerja yang tidak mempunyai skill yang relevan terhadap bidang kerjanya, sehingga menghambat produktivitas.
<i>Transportation</i>	Pemborosan yang berkaitan dengan proses perpindahan material maupun pekerja yang tidak memberikan nilai tambah secara fungsi dan segi ekonomi terhadap produk dan proses kerja.
<i>Over Inventory</i>	Pemborosan yang diakibatkan oleh <i>over production</i> atau produksi berlebih, sehingga menyebabkan penumpukan barang di pergudangan dan menambah beban biaya pada sistem <i>inventory</i> .
<i>Motion</i>	Pemborosan yang diakibatkan oleh pergerakan pekerja yang tidak efisien sehingga menimbulkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan sebuah tugas.
<i>Excess Processing</i>	Pemborosan yang diakibatkan oleh proses yang berlebihan dan tidak menambah nilai fungsi atau ekonomis terhadap produk maupun pekerjaan.

2. Risk Event

Tentukan kejadian risiko atau *risk event* (peristiwa pemborosan) yang diakibatkan oleh pemborosan tersebut di unit produksi.

3. Severity

Beri penilaian terhadap tingkat *severity* atau keparahan yang ditimbulkan dari kejadian risiko tersebut, berdasarkan klasifikasi yang tertera di table berikut :

Klasifikasi penilaian	Deskripsi
1 <i>No effect</i>	Tidak ada cedera
2 <i>Minor</i>	Cidera dapat ditangani oleh perawatan pertolongan pertama tanpa mengakibatkan hilangnya waktu kerja dan atau pembatasan tugas.
3 <i>Moderate</i>	Cidera dapat ditangani oleh perawatan pertolongan pertama namun mengakibatkan hilangnya waktu kerja dan atau pembatasan tugas.

Klasifikasi penilaian		Deskripsi
4	<i>Major</i>	Cidera yang membutuhkan rawat inap 1-3 hari dan mengakibatkan hilangnya waktu kerja dan atau pembatasan tugas.
5	<i>Extreme</i>	Cidera yang membutuhkan rawat inap >3 hari dan mengakibatkan hilangnya waktu kerja dan atau pembatasan tugas dan kematian.

4. Risk Agent

Tentukan *risk agent* atau agen risiko yang mengakibatkan kejadian risiko atau *risk event* (peristiwa pemborosan) terjadi di unit produksi.

5. Occurance

Beri penilaian terhadap *occurance* atau probabilitas kemunculan *risk agent* berdasarkan klasifikasi yang tertera di table berikut :

Klasifikasi penilaian		Deskripsi
1	<i>Rare</i>	Sangat terjadi (kemungkinan waktu 5-30 tahun)
2	<i>Unlikely</i>	Jarang terjadi (kemungkinan waktu 2-5 tahun)
3	<i>Possible</i>	Memungkinkan terjadi (kemungkinan waktu 1-2 tahun)
4	<i>Likely</i>	Memungkinkan terjadi dalam waktu singkat (kemungkinan waktu <1 tahun)
5	<i>Almost Certain</i>	Sangat mungkin terjadi setiap bulan

6. Korelasi antara Risk Event dan Risk Agent

Berilah penilaian terhadap korelasi antara *risk event* dan *risk agent* berdasarkan klasifikasi yang tertera di table berikut :

Klasifikasi penilaian		Deskripsi
0	Tidak ada korelasi	Agen risiko tidak menyebabkan terjadinya kejadian risiko
1	Korelasi lemah	Agen risiko berperan kecil dalam menyebabkan terjadinya kejadian risiko
3	Korelasi sedang	Agen risiko berperan sedang dalam menyebabkan terjadinya kejadian risiko
9	Korelasi kuat	Agen risiko berperan besar dalam menyebabkan terjadinya kejadian risiko

7. Preventive Action

Tentukan usulan *preventive action* atau upaya perbaikan yang tepat terhadap *risk agent* yang terjadi di unit produksi.

8. Korelasi antara Risk Agent dan Preventive Action

Berilah penilaian terhadap korelasi antara *risk agent* dan *prevent action* yang diusulkan berdasarkan klasifikasi yang tertera di table berikut :

Klasifikasi penilaian		Deskripsi
0	Tidak ada korelasi	<i>Prevention action</i> tidak dapat mencegah <i>risk agent</i>
1	Korelasi lemah	<i>Prevention action</i> berperan kecil dalam mencegah terjadinya <i>risk agent</i>
3	Korelasi sedang	<i>Prevention action</i> berperan sedang dalam mencegah terjadinya <i>risk agent</i>
9	Korelasi kuat	<i>Prevention action</i> berperan besar dalam mencegah terjadinya <i>risk agent</i>

9. Kesulitan

Berilah penilaian terhadap tingkat kesulitan untuk mewujudkan *preventive action* atau upaya perbaikan yang tepat berdasarkan klasifikasi yang tertera di table berikut :

Nilai skala	Deskripsi	Definisi
3	Tingkat kesulitan penerapan <i>prevention action</i> mudah	Penerapan <i>preventive action</i> membutuhkan biaya dan <i>resource</i> yang sedikit
4	Tingkat kesulitan penerapan <i>prevention action</i> sedang	Penerapan <i>preventive action</i> membutuhkan biaya dan <i>resource</i> yang cukup
5	Tingkat kesulitan penerapan <i>prevention action</i> sulit	Penerapan <i>preventive action</i> membutuhkan biaya dan <i>resource</i> yang banyak

Lembar Hasil FGD

Jenis Pemborosan	<i>Risk Event</i>	<i>Severity (1-5)</i>	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurance (1-5)</i>	Korelasi antara <i>Risk Event</i> dan <i>Risk Agent</i> (0,3,6,9)	<i>Preventive Action</i>	Korelasi antara <i>Risk Agent</i> dan <i>Preventive Action</i> (0,3,6,9)	Kesulitan (3-5)

HOR Fase 1 Produk SA

Business Processes	Risk Events SA	Risk Agents SA																								Severity of Risk
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	
Plan	E1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Source	E2	0	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E3	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E4	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Make	E6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	E7	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E8	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E9	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	E11	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E12	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	E13	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E14	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E16	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E17	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	E18	0	0	0	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	E21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	4
E22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	0	0	0	3	
E23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	4	
E24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	4	
Deliver	E25	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Return	E26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	
<i>Occurance of Agent j</i>		2	4	4	2	4	3	4	3	2	5	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	
<i>Aggregate Risk Potential j</i>		72	108	108	72	288	540	264	108	108	225	36	81	27	108	108	108	108	108	81	81	81	108	144	27	

HOR Fase 1 Produk ZA

Business Processes	Risk Events ZA	Risk Agents ZA																										Severity of Risk		
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26		A27	A28
Plan	E1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Source	E2	0	9	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E3	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E4	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E6	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E7	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E8	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Make	E10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E11	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E16	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	E18	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E19	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	E22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	4	
	E23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	0	0	3	
	E24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	4	
	E25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4	
	E26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4
	Deliver	E27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3
Return	E28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	
Occurance of Agent j		2	4	4	2	4	3	2	4	4	3	4	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2
Aggregate Risk Potential j		72	108	156	72	108	81	72	252	180	81	156	36	144	108	81	27	108	108	108	108	108	81	81	81	108	144	72	108	

HOR Fase 2 Produk SA, PA dan ZA

<i>Risk Agents SA</i>	<i>Preventive Action SA</i>									<i>Aggregate Risk Potential SA</i>	
	<i>PA1</i>	<i>PA2</i>	<i>PA3</i>	<i>PA4</i>	<i>PA5</i>	<i>PA6</i>	<i>PA7</i>	<i>PA8</i>	<i>PA9</i>		
A6	3	9	9	9	9	9	9	9	9	0	540
A5	3	0	0	9	0	0	0	0	0	9	288
Total Effectiveness of Action	2484	4860	4860	7452	4860	4860	4860	4860	4860	2592	
Degree of Difficulty Performing Action	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	
Effectiveness to Difficulty Ratio	621	972	972	1863	1215	1215	1215	1215	1215	518,4	
Rank of Priority	8	6	7	1	2	3	4	5	9		

<i>Risk Agents PA</i>	<i>Preventive Action PA</i>												<i>Aggregate Risk Potential PA</i>	
	<i>PA1</i>	<i>PA2</i>	<i>PA3</i>	<i>PA4</i>	<i>PA5</i>	<i>PA6</i>	<i>PA7</i>	<i>PA8</i>	<i>PA9</i>	<i>PA10</i>	<i>PA11</i>	<i>PA12</i>		
A10	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0	0	624
A7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	423
Total Effectiveness of Action	3141	5616	5616	5616	5616	5616	5616	5616	5616	5616	3807	3807	3807	
Degree of Difficulty Performing Action	4	5	4	5	4	5	4							
Effectiveness to Difficulty Ratio	785,25	1123,2	1404	1123,2	951,75	761,4	951,75							
Rank of Priority	11	7	1	2	3	4	5	6	8	9	12	10		

<i>Risk Agents ZA</i>	<i>Preventive Action ZA</i>									<i>Aggregate Risk Potential ZA</i>	
	<i>PA1</i>	<i>PA2</i>	<i>PA3</i>	<i>PA4</i>	<i>PA5</i>	<i>PA6</i>	<i>PA7</i>	<i>PA8</i>	<i>PA9</i>		
A8	3	9	9	0	0	0	0	0	0	0	252
A9	3	0	0	0	9	9	9	9	0	0	180
A3	0	0	0	9	0	0	0	0	9	0	156
A11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	156
Total Effectiveness of Action	1764	2268	2268	1404	1620	1620	1620	1620	1404	1404	
Degree of Difficulty Performing Action	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	
Effectiveness to Difficulty Ratio	441	453,6	567	351	405	324	405	351	280,8		
Rank of Priority	3	2	1	6	4	8	5	7	9		

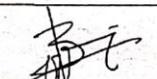
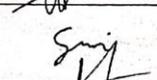
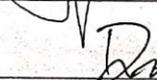
DAFTAR HADIR FGD

Tanggal Pelaksanaan : 18/11/2019

Lokasi Pelaksanaan : Ruang Candal Unit Produksi IIIA, PT. Petrokimia Gresik (Percero)

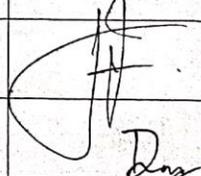
Topik Pembahasan : HOR Fase 1

Moderator : Fitri Buryanfi

No.	Nama Peserta	Usia	Pendidikan	Jabatan	Mulai Bekerja	Tanda Tangan
1	HANDOKO	55	SLTA	Kepala Bag. SA	1982	
2	Supri	55	SLTA	Kabag PA	1982	
3	Adji	55	SLTA	Kabag ZA	1982	
4	Delfian	29	S1	Staf Candal	2012	
5						

DAFTAR HADIR FGD

Tanggal Pelaksanaan : 25/11/2019
Lokasi Pelaksanaan : Ruang Candelal Unit Produksi III A PT Petrokimia Gresik (Percero)
Topik Pembahasan : HOR 2
Moderator : Fitri Suryanti

No.	Nama Peserta	Usia	Pendidikan	Jabatan	Mulai Bekerja	Tanda Tangan
1	HANDOKO	55	SLTA	Kepala Bag. SA	1982	
2	Supri	55	SLTA	Kabag PA	1982	
3	Adji	55	SLTB	Kabag ZK	1982	
4	Delfian	29	SI	Staff Candelal	2012	
5						

Dokumentasi FGD



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Fitri Suryanti. Lahir di Kota Surabaya, pada tanggal 27 Februari 1994. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan konsentrasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada tahun 2016, dengan masa studi selama 4 tahun. Pada awal tahun 2018, penulis memulai studi pascasarjana di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS dengan konsentrasi Ergonomi dan Keselamatan Industri di tahun ajaran 2017/2018 genap.

Halaman ini sengaja dikosongkan