



TUGAS AKHIR – TI 141501

**EVALUASI PENGGUNAAN *TRAY CONVEYOR* UNTUK
MEREDUKSI PRODUK CACAT PADA *WRAPPING PROCESS***

TAMISIA TRIASTUTI

NRP 2513 100 127

Dosen Pembimbing

YUDHA PRASETYAWAN, S.T., M.Eng.

NIP. 197705232000031002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI PENGGUNAAN TRAY KONVEYOR UNTUK MEREDUKSI PRODUK CACAT PADA *WRAPPING PROCESS*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

TAMISIA TRIASTUTI

NRP. 2513 100 127

Mengetahui dan Menyetujui,

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

NIP. 197705232000031002

SURABAYA, JULI 2017

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

EVALUASI PENGGUNAAN *TRAY CONVEYOR* UNTUK MEREDUKSI PRODUK CACAT PADA PROSES PENGEPAKAN

Nama : Tamisia Triastuti
NRP : 2513100127
Departemen : Teknik Industri
Dosen Pembimbing : Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Semakin ketatnya persaingan industri manufaktur besar dan sedang di Indonesia membuat PT XZ Surabaya yang merupakan salah satu perusahaan manufaktur besar-sedang yang juga ikut kedalam persaingan tersebut. Salah satu masalah yang terjadi pada PT XZ Surabaya yaitu adanya jumlah *output* yang dihasilkan dalam suatu produksi tidak sesuai dengan target produksi pada proses pengepakan. Perusahaan yang memiliki reputasi baik adalah perusahaan yang mampu memenuhi permintaan konsumen dengan produk yang berkualitas. Yang menjadi fokus dalam penelitian ini yaitu faktor adanya produk cacat yang berlebih akibat dari adanya penggunaan mesin *material handling* yang kurang tepat. Sehingga, dalam penelitian ini melakukan evaluasi terkait *Tray Conveyor* yang merupakan mesin *material handling* pada *proses pengepakan*. Tahapan yang dilakukan untuk melakukan evaluasi tersebut antara lain melakukan identifikasi dengan *seven waste*, *Fault Tree Analysis*, dan *Quality Function Deployment*. Dari proses evaluasi yang dilakukan dengan menerapkan metode tersebut, didapatkan penyebab adanya cacat produk yang berlebih, antara lain pengembangan produk (mesin *Tray Conveyor*) kurang tepat dan pengukuran mesin dan *layout* kurang detail. Produktivitas tertinggi diperoleh oleh *Tray Conveyor A*. Perbandingan *defect rate* yang memiliki jumlah produk cacat terendah adalah *Tray C*. Untuk perbandingan terkait *outcome Tray conveyor C* yang memiliki *outcome* paling rendah, sehingga alternatif yang dapat diterapkan untuk perbaikan yaitu *Tray Conveyor C*.

Kata Kunci: *Defect Rate, Fault Tree Analysis, Quality Function Deployment, Seven Waste.*

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

**TRAY CONVEYOR EVALUATION TO REDUCE DEFECT
PRODUCT IN WRAPPING PROCESS**

Name : *Tamisia Triastuti*
Student ID : *2513100127*
Departement : *Teknik Industri*
Supervisor : *Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.*

ABSTRACT

The tight competition of big and medium manufacturing industrial in Indonesia makes PT XZ Surabaya which one of big-medium manufacturing companies also participate into the competition. One of the problems that occurred in PT XZ Surabaya is the amount of output in a production does not match the production target in the wrapping process. Company reputation able to meet consumer demand with quality products. The focus in this research is the factor of excessive defect product due to use of material handling machine that is less precise. Thus, in this study conducted evaluation related Tray Conveyor which is material handling machine on wrapping process. The steps used to perform the evaluation include seven waste identification, Fault Tree Analysis, and Quality Function Deployment. From the evaluation process conducted by applying the method, causes of the existence of defects of excess product, among, product development (Tray Conveyor machine) is less precise, machine measurement and layout less detail. The highest productivity is obtained by Tray Conveyor A. The comparison of defect rate that has the lowest defect product number is Tray Conveyor C. For comparison of outcome Tray conveyor C has the lowest outcome, so that alternative can be applied for the improvement is Tray Conveyor C.

KeyWords: *Defect Rate, Fault Tree Analysis, Quality Function Deployment, Seven Waste.*

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia yang dillimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Evaluasi Penggunaan Tray Konveyor untuk Mereduksi Produk Cacat pada Proses Pengepakan”**.

Tugas Akhir terlaksana berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Yudha Prasetyawan, S.T.,M.Eng. yang telah memberikan waktu serta kesempatan bimbingan maupun arahan yang sangat berharga bagi penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.
2. Kedua Orang Tua, Ibu dan Ayah yang telah memberikan Doa dan dukungan yang senantiasa menyertai serta Kakak yang membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat termotivasi menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Nugroho dan Bapak Hengky, yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian serta memberikan bimbingan dan fasilitas bagi penulis sehingga memudahkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh karyawan perusahaan yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah senantiasa mendampingi, memberi masukan serta arahan yang sangat membantu penulis untuk mendapatkan informasi terkait topik penelitian ini.
5. Teman-teman satu bimbingan dengan Bapak Yudha, Maul, Dila, Eka, Leddy dan terkhusus Melva Rosdhi yang juga sangat membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, yang telah mendukung dan membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat disusun dengan baik, serta dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya dan membalas kebaikan kepada pihak-pihak yang telah disebutkan. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan diterima oleh penulis dengan senang hati. Penulis berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pihak-pihak terkait dan pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

Tamisia Triastuti

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.5.1 Batasan	8
1.5.2 Asumsi	8
1.6 Sistematika Penelitian	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Seven Waste</i>	11
2.2 Kualitas.....	14
2.2.1 Definisi Kualitas.....	14
2.2.2 Perspektif terhadap Kualitas	14
2.3 Produktivitas.....	16
2.3.1 Definisi Produktivitas	16
2.3.2 Ruang Lingkup Produktivitas	17
2.4 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	18
2.5 <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	21
2.5.1 Definisi <i>Quality Function Deployment</i>	22

2.5.2	Fase <i>Quality Function Deployment</i>	22
2.5.3	<i>Leveling Quality Function Deployment</i>	25
2.5.4	<i>House of Quality (HOQ)</i>	26
2.6	<i>Material Handling</i>	27
2.6.1	Tray A (Mesin Terdahulu).....	31
2.6.2	Tray B (Mesin dalam Masa Percobaan)	32
2.7	<i>Technology Assessment</i>	33
2.7.1	Definisi Teknologi.....	33
2.7.2	<i>Technology Assessment Process</i>	37
2.8	Simulasi Arena.....	39
2.9	<i>Net Present Value (NPV)</i>	44
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		47
3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	47
3.2	Penjelasan <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	48
3.2.1	Identifikasi Permasalahan.....	48
3.2.2	Studi Literatur dan Studi Lapangan.....	49
3.2.3	Tahap Pengumpulan Data.....	49
3.2.4	Tahap Pengolahan Data	50
3.2.5	Tahap Analisis dan Interpretasi Data.....	50
3.2.6	Kesimpulan dan Saran	51
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		53
4.1	Identifikasi <i>Seven Waste</i>	53
4.1.1	Pemilihan <i>Waste</i> untuk Dilakukan Analisis	59
4.2	Pembuatan <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	63
4.3	Pengumpulan Data dengan Kuesioner	68
4.3.1	Identifikasi <i>Voice of Customer</i> dan Atribut.....	68

4.3.2	Data Kuesioner.....	69
4.4	QFD Level 1 (<i>Technical Requirements</i>).....	70
4.4.1	Penentuan Kepentingan Atribut.....	70
4.4.2	Evaluasi <i>Tray Conveyor A</i> dan <i>Tray Conveyor B</i>	72
4.4.3	<i>Technical Requirement Attribute</i>	77
4.4.4	Matriks <i>Technical Requirements</i> dengan <i>Customer Requirements</i>	77
4.4.5	Hubungan Interaksi antara <i>Technical Requirements</i>	79
4.4.6	Penilaian Peringkat Kepentingan pada Matriks QFD Level 1.....	80
4.4.7	Pengembangan <i>Technical Requirements</i>	81
4.5	QFD Level 2 (<i>Component Characteristics</i>).....	82
4.5.1	<i>Component Characteristics</i>	83
4.5.2	Hubungan antara <i>Component</i> dengan <i>Technical Requirements</i>	87
4.5.3	Penilaian Peringkat Kepentingan Matriks QFD Level 2.....	88
4.5.4	Pengembangan <i>Component Characteristics</i>	89
4.6	<i>Technology Assessment</i>	93
4.6.1	Tingkat Kecanggihan Teknologi.....	93
4.6.2	<i>State-of-the-Art</i>	95
4.6.3	Pembobotan Elemen Komponen Teknologi.....	96
4.6.4	Perhitungan Nilai <i>Technology Contribution Coefficient (TCC)</i>	97
4.7	Konsep Desain <i>Tray Conveyor C</i>	99
4.8	Simulasi.....	109
4.8.1	Gambaran Sistem.....	109
4.8.2	<i>Activity Cycle Diagram (ACD)</i>	111
4.8.3	Simulasi Sistem Pemindahan <i>Tray Conveyor A</i>	113
4.8.4	Simulasi Sistem Pemindahan <i>Tray Conveyor B</i>	122
4.8.5	Simulasi Sistem Pemindahan <i>Tray Conveyor C</i>	129

4.9	Perhitungan <i>NetPresentValue</i> (NPV)	135
4.9.1	Perhitungan Biaya Pengeluaran Tray Conveyor A.....	135
4.9.2	Perhitungan Biaya Pengeluaran Tray Conveyor B.....	138
4.9.3	Perhitungan Biaya Pengeluaran Tray Conveyor C.....	141
4.9.4	Hasil Perhitungan Net Present Value (NPV).....	144
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....		149
5.1	Analisis QFD Level 1	149
5.2	Analisis QFD Level 2	151
5.3	Analisis <i>Technology Assessment</i>	152
5.4	Analisis Hasil Desain Baru <i>Tray Conveyor</i> (Tray C).....	152
5.4.1	Evaluasi Mesin Tray Conveyor C	153
5.5	Analisis Hasil Simulasi.....	154
5.6	Analisis Biaya	155
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....		157
6.1	Kesimpulan	157
6.2	Saran	158
DAFTAR PUSTAKA.....		159
LAMPIRAN 1		161
LAMPIRAN 2		163
LAMPIRAN 3		165
LAMPIRAN 4		168
LAMPIRAN 5		173
LAMPIRAN 6		176
LAMPIRAN 7		180
BIOGRAFI PENULIS		186

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Jumlah Perusahaan Industri Manufaktur Besar dan Sedang.....	2
Gambar 1.2 Proporsi Perilaku Pencegahan Gigitan serangga di Indonesia.....	3
Gambar 1.3 Data Faktor Penyebab Output Kurang dari Target Produksi	4
Gambar 1.4 <i>Flowchart</i> Proses Produksi PT XZ Surabaya... Error! Bookmark not defined.	
Gambar 1.5 <i>Flowchart</i> Proses pengepakan PT XZ Surabaya	4
Gambar 1.6 Biaya <i>Material Handling</i> terhadap Biaya Produksi	5
Gambar 1.7 <i>Tray Conveyor</i> A (Mesin Terdahulu).....	6
Gambar 1.8 <i>Tray Conveyor</i> B (Mesin dalam Masa Percobaan)	6
Gambar 2.1 <i>Seven Waste</i> pada Proses Manufaktur	11
Gambar 2.2 Fase <i>Quality Function Deployment</i>	23
Gambar 2.3 Matriks <i>Quality Function Deployment</i>	24
Gambar 2.4 <i>Quality Function Deployment Process</i>	25
Gambar 2.5 <i>Flow Rate</i> Jenis <i>Material Handling</i>	31
Gambar 2.6 Tampak Keseluruhan <i>Tray</i> A (Mesin Terdahulu)	32
Gambar 2.7 Tampak Keseluruhan <i>Tray</i> B (Mesin dalam Masa Percobaan).....	32
Gambar 2.8 Komponen Teknologi dan Tingkat Sophistikasi	36
Gambar 2.9 Peta THIO pada <i>Technology Assessment</i>	38
Gambar 2.10 Peta THIO Penilaian Komponen <i>Tecnoware</i>	38
Gambar 2.11 Contoh Model Teknometrik Perusahaan Manufaktur	39
Gambar 2.12 Contoh <i>Activity Cycle Diagram</i> (ACD)	42
Gambar 2.13 Tampilan Awal <i>Software Arena</i>	43
Gambar 2.14 Contoh Tampilan Model Simulasi <i>Software Arena</i>	44
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	48
Gambar 4.1 <i>Fault Tree</i> dari Produk Cacat	65
Gambar 4.2 <i>Fault Tree</i> dengan Permisalan.....	66
Gambar 4.3 Matriks Hubungan antar <i>Technical Requirements</i> dan Atribut.....	78
Gambar 4.4 Matriks Hubungan antar <i>Technical Requirements</i>	80
Gambar 4.5 Matriks Nilai Hubungan <i>Customer Requirements</i> dan	81

Gambar 4.6 Hubungan <i>Component Characteristics & Technical Requirements</i> ..	88
Gambar 4.7 Matriks Hubungan <i>Technical Requirements</i> dan <i>Component</i>	89
Gambar 4.8 Hasil Pembobotan Elemen <i>Technoware Running Software</i>	96
Gambar 4.9 Sumbu <i>Technoware</i> pada Peta THIO	99
Gambar 4.10 Tampilan <i>Tray Conveyor B</i> (mesin dalam masa Trial)	100
Gambar 4.11 Detail Komponen Sisi Samping Kanan <i>Tray Conveyor C</i>	100
Gambar 4.12 Tampak Atas Konveyor-Pembalik <i>Tray</i> (kiri) dan Detail <i>Tray</i>	101
Gambar 4.13 Detail Polyurethane 40 Shore A untuk <i>Tray Conveyor C</i>	102
Gambar 4.14 Detail Plat Penumpahan Tampak Samping Sisi Atas <i>Tray</i>	103
Gambar 4.15 Detail Plat Seluncur antara <i>Tray Conveyor- Konveyor</i>	106
Gambar 4.16 Tampak Keseluruhan <i>Tray Conveyor</i> dan Pembalik <i>Tray</i>	106
Gambar 4.17 <i>Flowchart</i> Proses Produksi PT XZ Surabaya	110
Gambar 4.18 Notasi dalam <i>Activity Cycle Diagram (ACD)</i>	111
Gambar 4.19 <i>Activity Cycle Diagram</i> Sistem Pemindahan <i>Tray Conveyor</i>	112
Gambar 4.20 Model Simulasi <i>Tray Conveyor A</i>	113
Gambar 4.21 Hasil <i>Report</i> Model Simulasi <i>Tray Conveyor A</i>	115
Gambar 4.22 Verifikasi Model Simulasi Arena <i>Tray Conveyor A</i>	118
Gambar 4.23 Model Simulasi <i>Tray Conveyor B</i>	122
Gambar 4.24 Hasil <i>Report</i> Model Simulasi <i>Tray Conveyor B</i>	123
Gambar 4.25 Verifikasi Model Simulasi Arena <i>Tray Conveyor B</i>	125
Gambar 4.26 Model Simulasi <i>Tray Conveyor C</i>	129
Gambar 4.27 Hasil <i>Report</i> Model Simulasi <i>Tray Conveyor C</i>	129
Gambar 4.28 Verifikasi Model Simulasi Arena <i>Tray Conveyor C</i>	132

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Istilah pada Fase <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	23
Tabel 2.3 Sepuluh Prinsip <i>Material Handling</i>	29
Tabel 2.5 Simbol-Simbol pada <i>Activity Cycle Diagram (ACD)</i>	41
Tabel 4.1 Identifikasi Defect berdasarkan Jenis Produk Setengah Jadi.....	53
Tabel 4.2 Identifikasi <i>WasteTransportation</i> pada Lantai Produksi	55
Tabel 4.3 Identifikasi <i>Waiting</i> pada Lantai Produksi.....	56
Tabel 4.4 Identifikasi <i>Waste</i> untuk <i>UnnecessaryMotion</i> pada Lantai Produksi ...	57
Tabel 4.5 Identifikasi <i>Waste</i> untuk <i>Ineffective Process</i> pada Lantai Produksi	58
Tabel 4.6 Skala Penilaian <i>Waste</i> untuk Kuesioner <i>Seven Waste</i>	59
Tabel 4.7 Rekapitulasi Kuesioner <i>Seven Waste</i>	62
Tabel 4.8 Analisa Hasil Penilaian <i>Waste</i> berdasarkan Kuesioner.....	62
Tabel 4.9 Rekap Hasil Penentuan Atribut.....	69
Tabel 4.10 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut berdasarkan <i>VoC</i>	70
Tabel 4.10 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut berdasarkan <i>VoU</i>	70
Tabel 4.11 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut berdasarkan	71
Tabel 4.12 Kelebihan dan Kekurangan <i>Tray Conveyor A</i>	72
Tabel 4.14 Kelebihan dan Kekurangan <i>Tray ConveyorB</i>	74
Tabel 4.15 Penilaian Evaluasi Mesin <i>Tray Conveyor</i>	75
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan <i>Benchmarking</i> tiap Atribut.....	76
Tabel 4.17 <i>Technical Requirements Attribute</i>	77
Tabel 4.18 Simbol-Simbol dalam Matriks <i>House of Quality</i>	78
Tabel 4.19 Kategori Penilaian Hubungan dalam Matriks	79
Tabel 4.20 Pengembangan <i>Technical Requirements</i> pada tiap <i>Customer</i>	82
Tabel 4.21 Alternatif Pemilihan Komponen pada Proses Pemindahan Produk....	83
Tabel 4.22 <i>Component Characteristics</i> Sistem Pemindahan Produk	85
Tabel 4.23 Kategori Simbol untuk Penilaian Hubungan	87
Tabel 4.24 Pengembangan <i>Component Characteristics</i> tiap Respon Teknis	90
Tabel 4.25 Tingkat Kecanggihan Teknologi Komponen <i>Technoware</i>	94
Tabel 4.26 Nilai <i>State-of-Art</i> Komponen <i>Technoware</i>	95

Tabel 4.27 Rekap Hasil Pembobotan Elemen Komponen <i>Technoware</i>	97
Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Nilai TCC <i>Technoware</i>	98
Tabel 4.29 Keterangan Gambar 4.9.....	101
Tabel 4.30 Keterangan Gambar 4.12.....	103
Tabel 4.31 Detail Komponen Plat Penumpahan <i>Tray Conveyor C</i>	105
Tabel 4.32 Alasan Perbaikan Komponen <i>Tray Conveyor B</i>	107
Tabel 4.34 Keterangan untuk Modul Simulasi Arena <i>Tray Conveyor A</i>	113
Tabel 4.36 Hasil <i>Number Out</i> Simulasi untuk Tray A	116
Tabel 4.37 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray	119
Tabel 4.38 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray	120
Tabel 4.39 Hasil <i>Number Out</i> Simulasi untuk Tray B	124
Tabel 4.40 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray	126
Tabel 4.41 Hasil <i>Number Out</i> Simulasi untuk Tray C	130
Tabel 4.42 Hasil <i>Number Out</i> Simulasi untuk Tray C	131
Tabel 4.43 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray	133
Tabel 4.44 Depresiasi <i>Tray Conveyor A</i>	136
Tabel 4.45 Biaya Operasional <i>Tray Conveyor A</i>	136
Tabel 4.46 Biaya Konsumsi Listrik <i>Tray Conveyor A</i>	137
Tabel 4.47 Biaya <i>Rework Tray Conveyor A</i>	137
Tabel 4.48 Rekapitulasi Perhitungan <i>Outcome Tray Conveyor A</i>	138
Tabel 4.49 Depresiasi <i>Tray Conveyor B</i>	138
Tabel 4.50 Biaya Operasional <i>Tray Conveyor B</i>	139
Tabel 4.51 Biaya Konsumsi Listrik <i>Tray Conveyor B</i>	139
Tabel 4.52 Biaya <i>Rework Tray Conveyor B</i>	140
Tabel 4.53 Rekapitulasi Perhitungan <i>Outcome Tray Conveyor B</i>	140
Tabel 4.54 Perhitungan Biaya Investasi <i>Tray Conveyor C</i>	141
Tabel 4.55 Depresiasi <i>Tray Conveyor C</i>	141
Tabel 4.56 Biaya Operasional <i>Tray Conveyor C</i>	142
Tabel 4.57 Biaya Konsumsi Listrik <i>Tray Conveyor C</i>	143
Tabel 4.58 Biaya <i>Rework Tray Conveyor C</i>	143
Tabel 4.59 Rekapitulasi Perhitungan <i>Outcome Tray Conveyor C</i>	143
Tabel 4.60 Perbedaan Hasil Pehitungan <i>Outcome</i> Tiap <i>Tray Conveyor</i>	144

Tabel 4.61 Hasil Perhitungan NPV <i>Tray Conveyor A</i>	145
Tabel 4.62 Hasil Perhitungan NPV <i>Tray Conveyor B</i>	145
Tabel 4.64 Hasil Perhitungan NPV <i>Tray Conveyor C</i>	146
Tabel 4.66 Perbandingan Nilai NPV Tray A, B dan C.....	147

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

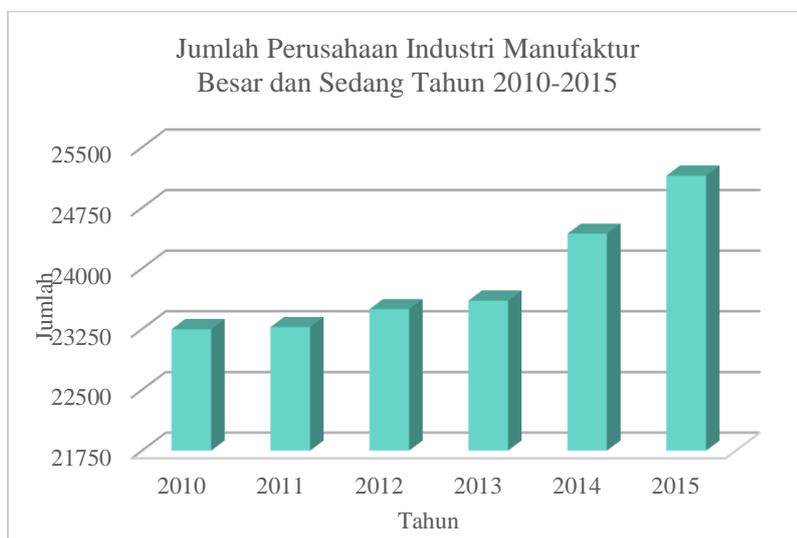
Pada Bab 1 ini akan dijelaskan terkait latar belakang dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah yang dijadikan dasar penelitian, tujuan dan manfaat yang didapat dari penelitian, ruang lingkup dari penelitian mencakup batasan dan asumsi yang digunakan.

1.1 Latar Belakang

Pada kondisi saat ini, era globalisasi menjadikan persaingan industri di dunia semakin ketat baik industri manufaktur maupun jasa. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang termasuk kedalam salah satu anggota ASEAN, dimana saat ini Indonesia juga sedang berupaya melakukan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Negara. Oleh karena itu, dengan adanya persaingan di era tersebut maka setiap perusahaan harus melakukan berbagai usaha secara maksimal. Sehingga dapat mempertahankan reputasi yang unggul, baik reputasi dalam negeri maupun internasional.

Reputasi yang baik dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor internal dari perusahaan itu sendiri (Tamtomo, 2008). Perusahaan juga harus memiliki strategi tersendiri agar dapat mengendalikan faktor-faktor tersebut yang mempengaruhi jalannya proses bisnis dalam perusahaan itu sendiri baik faktor internal maupun eksternal. Hal tersebut dikarenakan adanya pertumbuhan jumlah perusahaan industri manufaktur besar dan sedang yang mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2011 banyaknya perusahaan industri manufaktur dan sedang naik sebesar 0,11% dari tahun 2010. Kemudian meningkat sebesar 0,95% pada tahun 2012 dibandingkan pada tahun 2011 dan di tahun 2013 naik sebesar 0,45%. Dari tahun 2013 ke tahun 2014 mengalami peningkatan terbesar selama periode 2010-2014 terkait jumlah industri manufaktur besar dan sedang yakni sebesar 3,51%. Dan pada tahun 2015 mengalami kenaikan jumlah perusahaan sebesar 2,94% daripada tahun 2014.

Berikut merupakan gambar grafik jumlah perusahaan industri menuafaktur besar dan sedang tahun 2010-2015.



Gambar 1.1 Grafik Jumlah Perusahaan Industri Manufaktur Besar dan Sedang 2010-2015 (BPS, 2016)

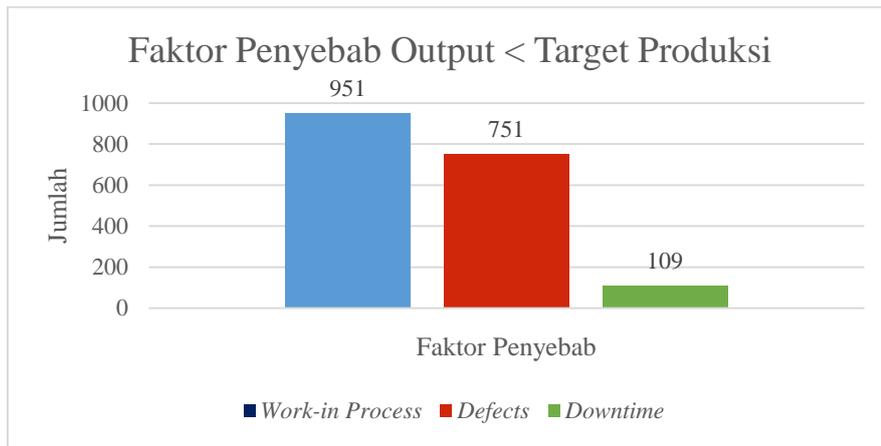
PT XZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang termasuk ke dalam industri manufaktur besar-sedang yang berlokasi di Jawa Timur. PT XZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi *circle repellent*. Secara umum, aliran produksi terdiri dari empat, yaitu formulasi, pencetakan, pemasakan, dan pengepakan. PT XZ sendiri merupakan salah satu perusahaan *family company* dari negara United States. PT XZ memenuhi kebutuhan nasional sebesar 70% dan melakukan ekspor sebesar 30%. Ekspor yang dilakukan salah satunya ke negara Asia lainnya seperti Malaysia, Singapura, Filipina, dan lain sebagainya. Hal tersebut tentu membuat perusahaan selalu memberikan produk dengan kualitas yang baik. Jika dilihat dari data pengguna *circle repellent*, cukup dominan dibandingkan menggunakan produk lainnya dengan jenis yang berbeda namun memiliki fungsi yang sama yaitu pencegahan terhadap gigitan serangga. Berikut merupakan data proporsi perilaku pencegahan gigitan serangga. Berikut merupakan data proporsi perilaku pencegahan gigitan serangga.



Gambar 1.2 Proporsi Perilaku Pencegahan Gigitan Serangga di Indonesia
(Kemenkes, 2013)

Terlihat bahwa penggunaan obat anti nyamuk memiliki proporsi lebih banyak dibandingkan perilaku lainnya. Dengan adanya proporsi tersebut tentu secara langsung berpengaruh terhadap permintaan konsumen dalam pemenuhan kebutuhan terkait pencegahan gigitan serangga. Dimana dari angka tersebut menunjukkan adanya potensi yang masih terbilang tinggi untuk beberapa masa kedepan. Dengan adanya potensi permintaan konsumen tersebut tentu dapat dipenuhi dengan diimbangi produk yang berkualitas, sehingga PT XZ Surabaya memiliki aktivitas tertentu untuk dapat mengendalikan kualitas produk.

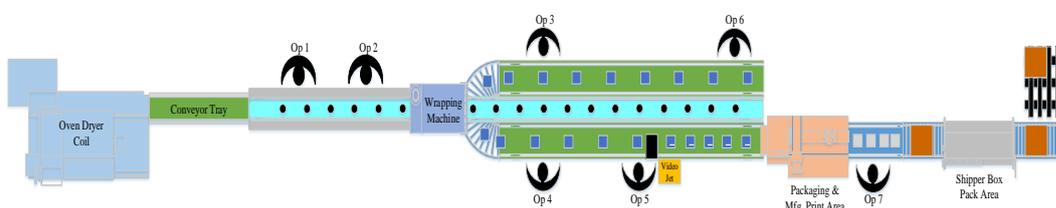
Salah satu masalah yang terjadi pada PT XZ Surabaya adalah adanya jumlah *output* yang dihasilkan dalam suatu produksi tidak sesuai dengan target produksi pada proses pengepakan. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain adanya *work-in-process* yang berlebihan, adanya produk cacat yang dihasilkan dalam jumlah yang cukup besar, terjadinya *downtime* dalam jangka waktu yang relatif cepat, dan lain sebagainya.



Gambar 1.3 Data Faktor Penyebab Output Kurang dari Target Produksi

Dari faktor-faktor penyebab tersebut, pada penelitian ini yang menjadi fokus adalah faktor produk cacat pada proses *material handling* dengan menggunakan konveyor dari *oven dry machine*. Hal tersebut dikarenakan adanya kebutuhan perusahaan untuk melakukan evaluasi terhadap produk cacat yang berlebih tersebut. Sehingga dalam penelitian ini dapat dilakukan beberapa aktivitas evaluasi guna mendapatkan kondisi yang lebih baik, diantaranya dengan melakukan perhitungan terhadap produktivitas proses pada area pengepakan dan dilakukannya analisis terkait adanya *defect* pada produk setengah jadi sehingga didapatkan produktivitas yang lebih baik, serta dapat memaksimalkan capaian target produksi.

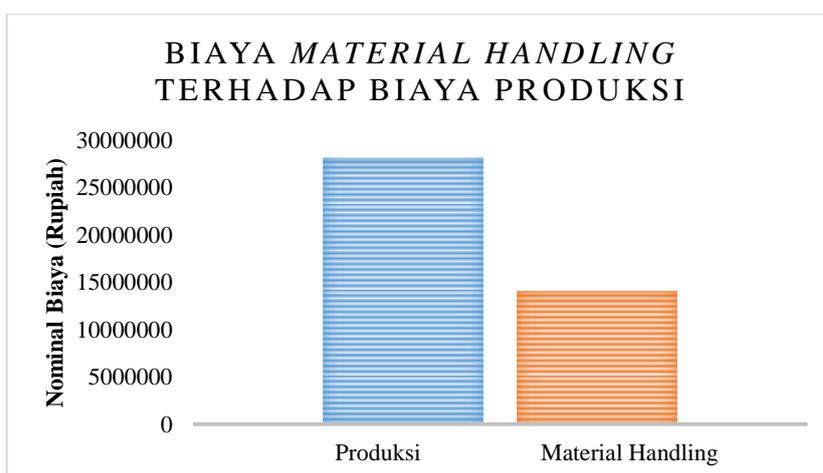
Berikut merupakan gambaran dari *flow* proses produksi *circle repellent* pada *proses pengepakan*.



Gambar 1.4 Flowchart Proses Pengepakan PT XZ Surabaya

PT XZ Surabaya menganggap bahwa penggunaan *Tray Conveyor* yang tepat dapat mengurangi produk cacat berlebih pada proses *material handling*

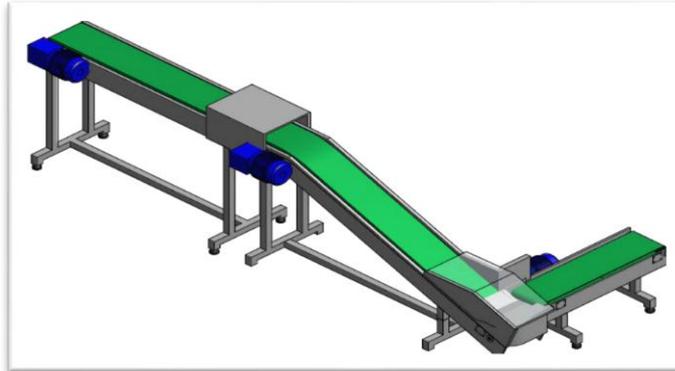
antara proses pengeringan menuju proses pungut obat. Dengan adanya produk cacat yang berlebih akan mengeluarkan biaya produksi yang lebih banyak akibat dari pengulangan proses produksi dari produk *circle repellent*, jika dikaitkan dengan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, penggunaan *material handling* juga membutuhkan biaya, seperti biaya investasi, biaya operasional, biaya dan biaya perawatan mesin. Biaya *material handling* tersebut secara langsung berpengaruh pada biaya produksi. Hal tersebut dikarenakan *material handling* merupakan salah satu aspek penting yang dibutuhkan pada proses produksi untuk memindahkan produk dari proses sebelumnya menuju proses selanjutnya. Berikut merupakan grafik dari kontribusi biaya *material handling* terhadap biaya produksi.



Gambar 1.5 Biaya *Material Handling* terhadap Biaya Produksi

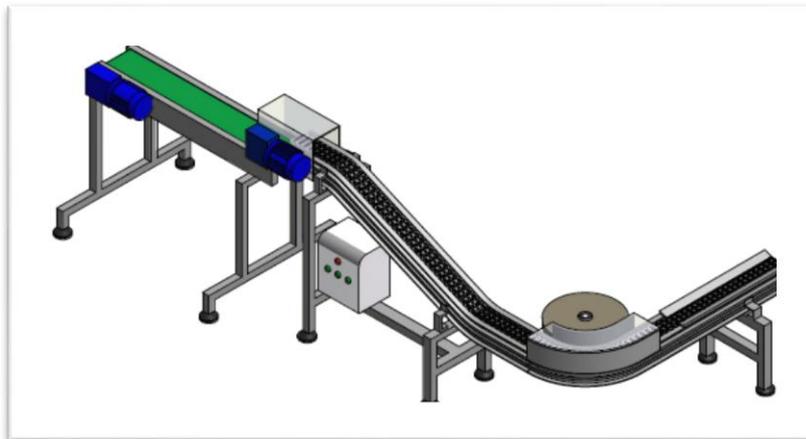
Dapat dilihat pada gambar tersebut diatas, terlihat bahwa kontribusi biaya *material handling* terhadap biaya produksi sebesar 40-50%. Hal tersebut dikarenakan nilai kepentingan adanya *material handling* pada suatu sistem produksi yang telah dijelaskan sebelumnya. *Tray Conveyor* yang digunakan pada proses pengepakan di PT XZ Surabaya pada awalnya menggunakan *Tray Conveyor* lama (*Tray A*) yang digunakan hingga pada tahun 2016. Penggunaan bahan *Tray A* menyebabkan adanya produk cacat berlebih, dimana bahan yang digunakan merupakan jenis konveyor *belt*. Kelemahan dari penggunaan konveyor *belt* ini adalah tidak dapat memindahkan produk secara rapi ketika terdapat bagian

yang memiliki sudut untuk membantu pemindahan posisi produk dari bawah keatas.



Gambar 1.6 *Tray Conveyor A* (Mesin Terdahulu)

Dengan adanya permasalahan pada Tray A, PT XZ Surabaya melakukan perancangan desain baru yang disebut dalam penelitian ini yakni Tray B. Tray B merupakan pengganti dari Tray A yang masih dalam proses percobaan (*trial*) pada 1 lini produksi *proses pengepakan* dari 17 lini produksi yang ada. Desain Tray B menggunakan jenis konveyor yang lebih ringan menyerupai gerigi namun berbahan plastik. Seperti yang terlihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1.7 *Tray Conveyor B* (Mesin dalam Masa Percobaan)

Dengan adanya desain Tray B yang masih dalam masa percobaan telah menunjukkan hasil yang lebih baik, jumlah produk cacat berkurang. Namun perusahaan masih membutuhkan masukan terkait desain yang lebih baik.

Sehingga dalam penelitian ini bermaksud melakukan desain Tray baru (Tray C) sebagai wujud evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui produktivitas dari masing-masing Tray (Tray A dan B) yang nantinya dalam penelitian ini akan membuat desain Tray baru (Tray C) dalam bentuk konsep desain. Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain melakukan identifikasi permasalahan menggunakan *seven waste*, identifikasi penyebab menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA), dan melakukan perancangan konsep desain menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD). Penggunaan QFD untuk melakukan perancangan konsep dikarenakan metode tersebut merupakan salah satu metode yang mudah diaplikasikan untuk melakukan pengembangan produk. Selain itu, untuk melakukan penilaian terhadap konsep desain yang telah dibuat akan dilakukan simulasi terlebih dahulu dengan menggunakan *software* Arena. Simulasi yang dilakukan tidak hanya untuk konsep desain baru, namun juga Tray A dan B sehingga didapatkan perbedaan antara ketiganya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana cara mereduksi produk cacat pada *proses pengepakan* yang disebabkan oleh penggunaan *Tray Conveyor*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini antara lain sebagai berikut.

1. Identifikasi penyebab produk cacat dengan metode FTA
2. Melakukan evaluasi Tray A dan B kondisi eksisting.
3. Membuat desain Tray baru (Tray C) dengan metode QFD.
4. Membandingkan produktivitas, *defect rate*, serta analisis finansial dari penggunaan desain usulan dengan kondisi eksisting.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah memberikan desain usulan Tray baru (Tray C) sebagai wujud evaluasi terhadap penggunaan Tray sebelumnya (Tray A dan B) sehingga dapat mereduksi jumlah produk cacat.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari batasan dan asumsi. Berikut merupakan batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

1.5.1 Batasan

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada PT XZ Surabaya dan proses yang diamati yakni proses produksi pada area pengepakan.
2. Penelitian ini dilakukan sampai pada tahap desain Tray baru dalam bentuk konsep desain.
3. Tidak memperhatikan material dan proses sebagai faktor adanya produk cacat.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Tidak terdapat perubahan kebijakan strategis pada saat penelitian dilakukan.
2. Pada simulasi, jumlah antrian dan waktu antar kedatangan menunjukkan adanya produk cacat yang terjadi selama proses berjalan.

1.6 Sistematika Penelitian

Pada sub-bab ini akan dijelaskan terkait sistematika penulisan dari penelitian ini. Adapun susunan sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan akan dijelaskan mengenai beberapa hal yang menjadi acuan atau dasar dalam pengerjaan penelitian, yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup dilakukannya penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi yang digunakan, serta sistematikan penulisan laporan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dijelaskan terkait literatur yang digunakan berupa teori-teori maupun hasil wawancara objek amatan yang berfungsi sebagai pemahaman konsep terkait topik dari penelitian. Dengan adanya tinjauan pustaka diharapkan dapat membantu dalam menentukan metode penyelesaian masalah objek amatan bagi penulis.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian, dimana pada bagian ini ditunjukkan alur dari penelitian yang dilakukan. Alur dari penelitian tersebut mencakup keseluruhan tahapan yang dilakukan termasuk penggunaan metode yang telah ditentukan.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian ini ditunjukkan beberapa hal terkait pengumpulan dan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan data historis yang telah dimiliki perusahaan maupun hasil wawancara ataupun penyebaran kuesioner menyesuaikan kebutuhan untuk penelitian. Dari hasil pengumpulan data dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data sehingga didapatkan penyelesaian masalah yang telah dirumuskan.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bagian ini dijelaskan mengenai analisis dari hasil bagian sebelumnya, pengumpulan dan pengolahan data. Analisis yang dilakukan

berupa penilaian secara kualitatif maupun kuantitatif, sehingga didapatkan simpulan yang dapat menjawab tujuan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini menjelaskan hasil simpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil analisis dan dikaitkan dengan tujuan dari penelitian ini. Sehingga terlihat hasil dari tujuan yang telah dibuat. Serta memberikan masukan yang diberikan berupa rekomendasi perbaikan untuk penelitian berikutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan terkait studi literature yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini. Studi literatur tersebut mencakup pemahaman terkait *seven waste*, kualitas, produktivitas, metode *Fault Tree Analysis* (FTA), metode *Quality Function Deployment* (QFD), dan pemahaman terkait *material handling* khususnya Tray.

2.1 *Seven Waste*

Waste atau pemborosan merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah atau *non added value* dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang aktivitas itu sendiri (AbuShaaban, 2012). Toyota mendefinisikan, *waste* merupakan segala sesuatu yang lain dari jumlah minimum peralatan, material, komponen dan waktu kerja yang secara langsung berdampak pada sistem produksi. Adapun jenis-jenis *waste* yang didefinisikan oleh Toyota Production System, berikut merupakan 7 jenis *waste* yang terdapat pada proses manufaktur pada umumnya.



Gambar 2.1 *Seven Waste* pada Proses Manufaktur (AbuShaaban, 2012)

Setiap *waste* yang terjadi pada suatu perusahaan khususnya proses manufaktur akan mengakibatkan kerugian, baik kerugian secara langsung maupun

tidak langsung. Berikut merupakan penjelasan untuk tiap-tiap *waste* yang tertera pada gambar tersebut diatas.

1. *Overproduction*

Overproduction merupakan salah satu *waste* yang ditunjukkan dengan adanya produksi yang berlebih, dimana produk yang dihasilkan melebihi *demand*, atau juga dapat dilihat pada produksi yang dijalankan dilakukan sebelum proses tersebut diperlukan (AbuShaaban, 2012). Produksi yang berlebihan dianggap sebagai *waste* yang paling serius, dimana dengan adanya produksi yang berlebih juga dapat menghambat kinerja produksi, rendahnya kualitas produksi serta menimbulkan *cost* yang tinggi akibat dari adanya *inventory* yang digunakan untuk menampung produksi yang berlebihan tersebut.

2. *Product Defects*

Adanya produk cacat yang dihasilkan menyebabkan adanya penambahan *direct cost* pada suatu produk, termasuk adanya eror pada dokumen, kesalahan informasi terkait produk, keterlambatan distribusi, kesalahan spesifikasi produksi, penggunaan *raw material* berlebihan atau adanya beberapa hal yang menyebabkan adanya *scrap* (AbuShaaban, 2012). *Defects* menyebabkan bertambahnya penggunaan peralatan dan mesin, menambah tenaga kerja, penimbunan barang, alur material lebih kompleks, kualitas yang dipertanyakan, dan rendahnya keuntungan yang didapatkan.

3. *Inventory*

Waste ini disebabkan adanya *raw material* yang berlebihan, adanya *work-in-process* dan produk jadi yang dihasilkan. *Inventory* yang berlebihan mengakibatkan tingginya biaya yang dikeluarkan, baik dari finansial dan *storage*, serta menyebabkan *defect rates* pada produk (AbuShaaban, 2012). Inventori yang berlebihan juga mengakibatkan penambahan kebutuhan area untuk melakukan penyimpanan, alur material yang stagnan, First In First Out (FIFO) menjadi Last In First Out (LIFO), adanya *re-work*, *lead time* lebih panjang, dan penambahan penggunaan *material handling*.

4. *Transportation*

Dalam hal ini *waste* transportasi merupakan seluruh aktivitas perpindahan seluruh material yang digunakan pada perusahaan yang tidak menimbulkan adanya nilai tambah pada suatu produk yang diproduksi, termasuk pemindahan material antara stasiun kerja. Transportasi yang terjadi antar proses menimbulkan adanya penambahan *cycle time* (AbuShaaban, 2012). *Waste* pada transportasi menyebabkan adanya lokasi penyimpanan ganda, penambahan rak material, manajemen penyimpanan yang kompleks, penambahan area kosong, kesalahan perhitungan inventori, dan terjadi kerusakan pada material.

5. *Waiting*

Waktu tunggu atau disebut juga dengan *idle time* merupakan salah satu faktor yang menyebabkan adanya *waste*. Dimana *idle time* dapat terlihat dari adanya waktu tunggu pada pekerja atau mesin sehingga menyebabkan *bottlenecks* atau proses produksi yang tidak efisien pada rantai produksi. Adanya *waste waiting* menyebabkan adanya pengeluaran biaya secara signifikan karena biaya pekerja dan biaya depresiasi tiap unit dari output yang dihasilkan (AbuShaaban, 2012). Adanya *waiting* juga menyebabkan ketidakseimbangan operasi kerja, berkurangnya operator dikarenakan focus terhadap mesin atau peralatan yang mengalami *breakdown*, dan adanya *downtime* mesin yang tidak terduga.

6. *Motion*

Waste pada gerakan kerja diantaranya termasuk adanya gerakan fisik yang tidak aman atau melakukan operasi kerja tidak sesuai dengan standar operasional kerja yang dilakukan oleh operator. Dalam *waste* ini, juga disebut sebagai gerakan yang tidak ergonomis pada proses produksi, yang juga dianggap memiliki produktivitas yang buruk dan masalah kualitas. *Waste* ini menyebabkan adanya gerakan berlebihan yang seharusnya dapat diminimalkan, dan buruknya manajemen pengendalian pada proses produksi (AbuShaaban, 2012).

7. *Over-processing*

Waste ini merupakan salah satu *waste* yang terjadi secara tidak sengaja, dimana operasi kerja yang dilakukan pada proses produksi melebihi permintaan konsumen. Kualitas produk merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan adanya pengulangan proses, sehingga dapat menyebabkan adanya *waste over-processing*. *Wasteover-processing* menyebabkan adanya *bottlenecks*, kurangnya pemenuhan spesifikasi konsumen, persetujuan yang berlebihan, penambahan salinan, dan informasi yang berlebihan (AbuShaaban, 2012).

2.2 **Kualitas**

Pada subbab ini dijelaskan terkait definisi kualitas serta perspektif kualitas dari suatu produk atau jasa.

2.2.1 *Definisi Kualitas*

Kualitas merupakan totalitas bentuk, karakteristik, dan atribut sebagaimana dideskripsikan didalam produk (barang atau jasa), proses dan lingkungan yang memenuhi keinginan konsumen (Lusiana, 2007). Kualitas memiliki aspek utama, yakni karakteristik produk memenuhi permintaan pelanggan dan bebas dari kekurangan (kesalahan produksi, pengerjaan ulang, *waste*, biaya, ketidakpuasan pelanggan, waktu, dan lain sebagainya).

Berdasarkan beberapa definisi tersebut diatas, kualitas merupakan keseluruhan karakteristik yang melekat pada produk atau jasa yang dapat memberikan kepuasan terhadap konsumen sesuai dengan nilai yang diinginkan oleh konsumen itu sendiri. Sehingga, perusahaan mampu mempertahankan reputasi yang baik dari kualitas produk yang dihasilkan tersebut.

2.2.2 *Perspektif terhadap Kualitas*

Perspektif kualitas merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menciptakan kualitas dari suatu produk atau jasa. Terdapat lima alternatif perspektif kualitas (Harcahyani, 2010) yang dapat digunakan antara lain sebagai berikut.

1. *Transcendental Approach*

Kualitas dalam pendekatan ini dianggap sebagai *innate excellence*, dimana kualitas dari suatu produk maupun jasa dapat dirasakan atau diketahui, namun sulit untuk didefinisikan dan dioperasionalkan dalam suatu proses guna mewujudkan kualitas itu sendiri. Disisi lain, perusahaan tetap dapat melakukan promosi terhadap produknya dengan menggunakan pernyataan atau kalimat promosi yang dapat dimenarik, seperti tempat berbelanja menyenangkan (supermarket), kecantikan wajah (kosmetik), dan lain sebagainya. Sehingga dalam hal ini, fungsi perencanaan, produksim dan pelayanan pada suatu perusahaan sulit dalam menggunakan pernyataan-pernyataan tersebut sebagai dasar manajemen kualitas.

2. *Product-based Approach*

Kualitas dalam pendekatan ini dianggap sebagai karakteristik atau atribut yang dimiliki suatu produk atau jasa yang dapat dikuantifikasikan dan dapat diukur. Perbedaan dalam kualitas mencerminkan perbedaan dalam jumlah unsur-unsur atau atribut yang terkandung dalam produk atau jasa tersebut. Hal tersebut dianggap sangat objektif, sehingga tidak dapat menjelaskan perbedaan dalam preferensi individu, selera maupun kebutuhan dari konsumen.

3. *User-based Approach*

Kualitas dalam pendekatan ini didasarkan pada pemikiran bahwa nilai kualitas tergantung pada orang yang memandangnya. Sehingga dalam hal ini, prosuk yang paling memuaskan bagi preferensi seorang konsumen (misalnya *perceived quality*) merupakan produk yang memiliki kualitas paling tinggi, Setiap konsumen memiliki kebutuhan dan keinginan yang berbeda, sehingga kualitas bagi seorang konsumen adalah sama dengan kepuasan maksimum yang dirasakannya.

4. *Manufacturing-based Approach*

Pendekatan ini bersifat *supply-based* dan mengutamakan praktik rekayasa dan manufaktur, serta mendefinisikan kualitas sebagai kesesuaian dengan persyaratan yang telah ditentukan. Dalam pendekatan

ini, fokus terhadap penyesuaian spesifikasi yang ditentukan secara internal serta didorong dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan penekanan biaya. Dengan demikian, kualitas didapatkan berdasarkan standar yang telah ditetapkan perusahaan, bukan konsumen.

5. *Value-based Approach*

Dalam pendekatan ini, kualitas dinilai dari segi harga dan nilai dari suatu produk atau jasa. Dengan menggunakan pertimbangan *trade-off* antara harga dan kinerja, kualitas diartikan sebagai *affordable excellence* yang berarti kualitas dalam pendekatan ini bersifat relatif. Dalam hal ini, produk yang memiliki kualitas paling tinggi belum tentu produk yang paling bernilai. Namun, yang paling bernilai adalah produk atau jasa yang paling cepat dibeli (*best seller*).

2.3 Produktivitas

Pada subbab ini dijelaskan terkait definisi produktivitas, ruang lingkup produktivitas, serta cara pengukuran produktivitas.

2.3.1 *Definisi Produktivitas*

Menurut (Tamtomo, 2008), produktivitas merupakan suatu keseimbangan antara keseluruhan faktor-faktor yang terdapat dalam suatu produksi yang memberikan output lebih banyak dengan menggunakan sumber daya yang minimal. Produktivitas sebagai hasil perbandingan antara totalitas pengeluaran dalam waktu tertentu dibagi dengan totalitas masukan selama waktu tersebut (Tamtomo, 2008).

Berdasarkan pengertian dari beberapa ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa produktivitas merupakan hasil pembagian antara keseluruhan input (masukan) yang digunakan dengan keseluruhan output (keluaran) yang dihasilkan dalam suatu proses produksi dalam periode tertentu. Suatu proses produksi dikatakan produktif ketika output (hasil) yang dikeluarkan maksimal dengan menggunakan sumber daya yang minimal.

2.3.2 Ruang Lingkup Produktivitas

Produktivitas dikelompokkan menjadi 3 berdasarkan faktorial (Fithri & Firdaus, 2014) sebagai berikut.

1. Produktivitas Total Faktor

Menunjukkan produktivitas dari seluruh faktor-faktor yang digunakan untuk menghasilkan output (keluaran). Faktor-faktor tersebut dapat berupa *raw material*, energi yang digunakan, mesin dan peralatan produksi, dan lain-lain. Formulasi yang digunakan untuk melakukan perhitungan produktivitas total antara lain sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}}$$

2. Produktivitas Multi Faktor

Menunjukkan produktivitas dari beberapa factor yang digunakan untuk menghasilkan output yang berupa tenaga kerja dan modal. Formulasi yang digunakan untuk menghitung produktivitas multi factor antara lain sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Multi Faktor} = \frac{\text{Output}}{\text{Beberapa Input}}$$

3. Produktivitas Parsial

Menunjukkan produktivitas dari factor-faktor tertentu yang digunakan untuk menghasilkan output tertentu. Faktor-faktor tersebut dapat berupa salah satu dari *raw material*, kerja, energi atau yang lain-lainnya. Formulasi yang digunakan untuk menghitung produktivitas parsial antara lain sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Parsial} = \frac{\text{Output}}{\text{Satu Input}}$$

Dalam penelitian ini, perhitungan produktivitas akan menggunakan pendekatan produktivitas total faktor pada sistem produksi area pengepakan. Produktivitas dapat dibedakan berdasarkan tingkat besarnya unit yang dibahas, terdapat 4 ruang lingkup (Fithri & Firdaus, 2014) antara lain sebagai berikut.

a. Produktivitas Skala Nasional

Estimasi produktivitas yang digunakan pada ruang lingkup nasional digunakan untuk meramalkan pendapatan dan pengeluaran secara

nasional pada periode waktu tertentu. Selain itu, produktivitas skala nasional digunakan untuk mengetahui indeks pertumbuhan, terutama pada produktivitas tenaga kerja. Tingginya jumlah barang dan jasa yang dihasilkan tiap pekerja dibandingkan periode sebelumnya menggambarkan adanya kenaikan produktivitas nasional tenaga kerja. Sehingga, hal tersebut menunjukkan adanya tingginya potensi atau pendapatan nyata tiap pekerja.

b. Produktivitas Skala Industri

Pada skala industri, keseluruhan faktor yang mempengaruhi dan saling berhubungan dikelompokkan dalam suatu kelompok industri.

c. Produktivitas Skala Perusahaan atau Organisasi

Pada skala perusahaan atau organisasi hubungan antar faktor lebih mudah untuk dilakukan analisis. Nilai produktivitas dapat diukur, dianalisis, dapat dikendalikan agar tetap pada nilai yang optimal, serta dibandingkan dengan keadaan periode sebelumnya atau perbandingan dengan perusahaan sejenis.

d. Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja atau disebut dengan perorangan, tingkat produktivitas yang dihasilkan oleh seorang pekerja dipengaruhi oleh lingkungan kerja, kesuksesan penggunaan peralatan, proses produksi, dan mesin-mesin yang digunakan. Sehingga, dalam melakukan pengukuran pada lingkup ini akan lebih sulit diukur karena pengukuran dapat diperoleh dari kepuasan kerja dan motivasi dari tiap pekerja.

2.4 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Metode *fault tree analysis* (FTA) dimulai dari menentukan *top event* (kejadian yang paling utama), membangun *fault tree* sampai dengan melakukan analisis kegagalan sistem (Stamatelatos, et al., 2002). Adapun tiga tipe *event* yang digunakan pada FTA, yaitu:

1. *Primary Event*

Sebuah tahap dalam suatu proses penggunaan alat atau mesin yang memungkinkan terjadinya kegagalan. Sebagai contoh, saat memasang

gembok pada suatu mesin, gembok tersebut tidak terkunci dengan benar sehingga masih dalam keadaan terbuka.

2. *Intermediate Event*

Kejadian ini hasil dari kombinasi kesalahan-kesalahan, beberapa diantaranya yakni *primary event*. *Intermediate event* terletak ditengah-tengah bagian *fault tree*.

3. *Expanded Event*

Kejadian ini membutuhkan sebuah *fault tree analysis* yang terpisah karena kompleksitas system. Kejadian ini merupakan *undesired event*, kejadian yang tidak diinginkan terjadi pada suatu sistem. *Expanded event* diletakkan pada bagian atas *fault tree*.

Adapun tahapan untuk melakukan analisis dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) (Wulandari, 2011) antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan yang akan dicapai dari FTA
Tujuan dari FTA adalah mengetahui penyebab kerusakan atau kegagalan.
2. Menentukan *Top Event*
Pada tahap ini menentukan *top event* dari suatu masalah yang akan dilakukan analisis menggunakan FTA
3. Menentukan Batasan
Setelah diketahui tujuan dari sistem, perlu ditambahkan batasan fisik, analitis, dan kondisi awal dari sistem
4. Pembuatan *Fault Tree*
Melakukan penyeledikan kejadian apa saja yang bias mengakibatkan *top event*.
5. Melakukan Analisa Hasil FT
Analisa yang dilakukan merupakan analisa secara kualitatif sehingga didapatkan kesimpulan dari masalah

Adapun simbol-simbol yang digunakan pada *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah sebagai berikut.

Table 2.1 Simbol-Simbol dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)

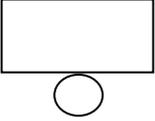
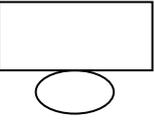
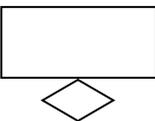
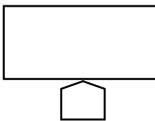
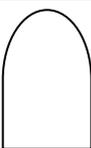
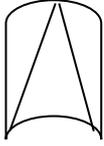
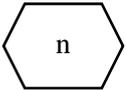
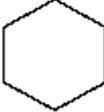
Simbol	Keterangan
Primary Events Symbols	
 <p style="text-align: center;"><i>Basic Event</i></p>	<p>Inisial kegagalan dasar yang terjadi sebagai pemenuhan kebutuhan <i>improvement</i></p>
 <p style="text-align: center;"><i>Conditioning Event</i></p>	<p>Suatu kondisi spesifik, dengan menggunakan <i>logic gate</i> (menggunakan <i>Priority AND</i> dan <i>Inhibit Gates</i>)</p>
 <p style="text-align: center;"><i>Undeveloped Event</i></p>	<p>Suatu kejadian yang tidak membutuhkan pengembangan, dikarenakan konsekuensi yang tidak memungkinkan atau tidak tersedianya informasi</p>
 <p style="text-align: center;"><i>House Event</i></p>	<p>Suatu kejadian yang sesuai dengan ekpektasi normal pada suatu kejadian itu sendiri</p>
Gate Symbols	
 <p style="text-align: center;">AND</p>	<p>Output kegagalan terjadi, jika input keseluruhan mengalami kegagalan</p>
 <p style="text-align: center;"><i>Priority AND</i></p>	<p>Output kegagalan terjadi, jika input keseluruhan mengalami kegagalan pada konsekuensi yang spesifik (konsekuensi yang mewakili <i>Conditioning Event</i>)</p>
 <p style="text-align: center;">OR</p>	<p>Output kegagalan terjadi, jika kegagalan terakhir yang dijadikan sebagai input</p>

Table 2.2 Simbol-Simbol dalam *Fault Tree Analysis* (FTA) Lanjutan

Simbol	Keterangan
Gate Symbols	
 <i>Exclusive OR</i>	Output kegagalan terjadi, jika hanya 1 kegagalan yang menjadi input suatu kejadian
 <i>Combination</i>	Output kegagalan terjadi, jika n input mengalami kegagalan
 <i>Inhibit</i>	Output kegagalan terjadi, jika input kegagalan dalam <i>enabling condition</i> (<i>enabling condition</i> yang mewakili <i>Conditioning Event</i>)
Transfer Symbols	
 <i>Transfer In</i>	Indikasi dari pohon kegagalan untuk mengembangkan kejadian berdasarkan kecocokan dengan <i>Transfer Out</i>
 <i>Transfer Out</i>	Indikasi yang menunjukkan porsi pohon kegagalan yang harus berkaitan dengan kecocokan <i>Transfer In</i>

Sumber: (Stamatelatos, et al., 2002)

Pembuatan *Fault Tree Analysis* didahului dengan mencari informasi-informasi yang bersangkutan dengan masalah yang akan diidentifikasi akar permasalahan, sehingga *fault tree* yang dibuat akan lebih terstruktur.

2.5 *Quality Function Deployment* (QFD)

Pada subbab ini akan dijelaskan terkait definisi dan tujuan dari *Quality Function Deployment* (QFD) dari beberapa ahli, fase *Quality Function Deployment* (QFD), proses *Quality Function Deployment* (QFD).

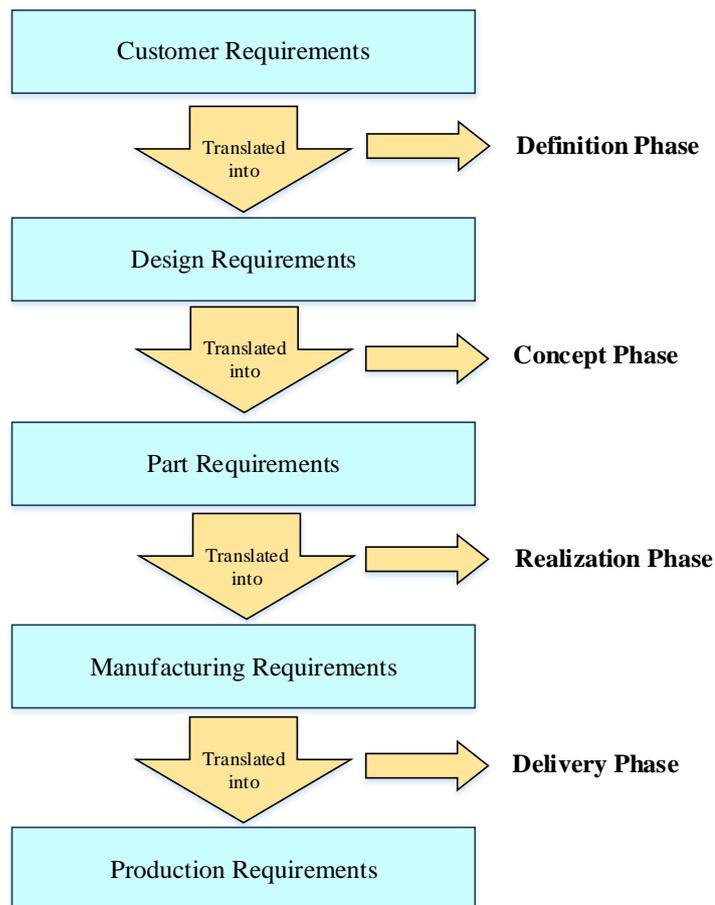
2.5.1 *Definisi Quality Function Deployment*

QFD merupakan suatu metode terstruktur yang digunakan dalam melakukan perancangan dan pengembangan produk secara terstruktur yang memungkinkan tim pengembangan untuk menspesifikasikan permintaan dan kebutuhan konsumen, serta melakukan evaluasi pada tahap selanjutnya tiap alternatif rancangan produk atau jasa dinilai dari kapabilitas masing-masing alternatif sehingga didapatkan apa yang dibutuhkan (Wicaksono, 2013). QFD adalah teknik terstruktur untuk mencerminkan preferensi konsumen dalam desain produk dan proses manufaktur, sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen serta dapat menghindari kesalahan sebelum produk siap untuk dikonsumsi atau digunakan konsumen (Irawati, et al., 2014). Metode QFD jauh lebih maju dari analisis preferensi konsumen atau pelanggan, karena dalam struktur QFD informasi keinginan dari konsumen atau pelanggan dijadikan suatu kesatuan dalam kemampuan dalam perencanaan produksi secara teknis (Yayah, et al., 2007).

Berdasarkan definisi QFD dari beberapa pendapat para ahli dapat disimpulkan bahwa *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan suatu metode yang digunakan dalam melakukan upaya memenuhi permintaan dan kebutuhan konsumen secara terstruktur, dalam hal ini QFD diterapkan dalam melakukan perancangan dan pengembangan suatu produk sehingga adanya langkah yang terstruktur tersebut dapat membantu tim *improvement* dalam menspesifikasikan apa yang diminta dan dibutuhkan oleh konsumen serta dapat menghindari kesalahan sebelum produk tersebut dikonsumsi atau dipakai oleh konsumen.

2.5.2 *Fase Quality Function Deployment*

QFD sebagai teknik untuk menerjemahkan keinginan konsumen ke dalam keinginan perusahaan mulai dari analisis permintaan pasar hingga pengendalian produksi (Burge, 2007). Terdapat 4 fase QFD antara lain sebagai berikut.



Gambar 2.2 Fase *Quality Function Deployment*(Burge, 2007)

Fase-fase yang terdapat pada QFD akan membantu dalam melakukan perancangan maupun pengembangan dari suatu produk, sehingga tahap-tahap yang dilakukan sesuai. Berikut merupakan deskripsi dari masing-masing fase pada QFD.

Tabel 2.1 Istilah pada Fase *Quality Function Deployment* (QFD)

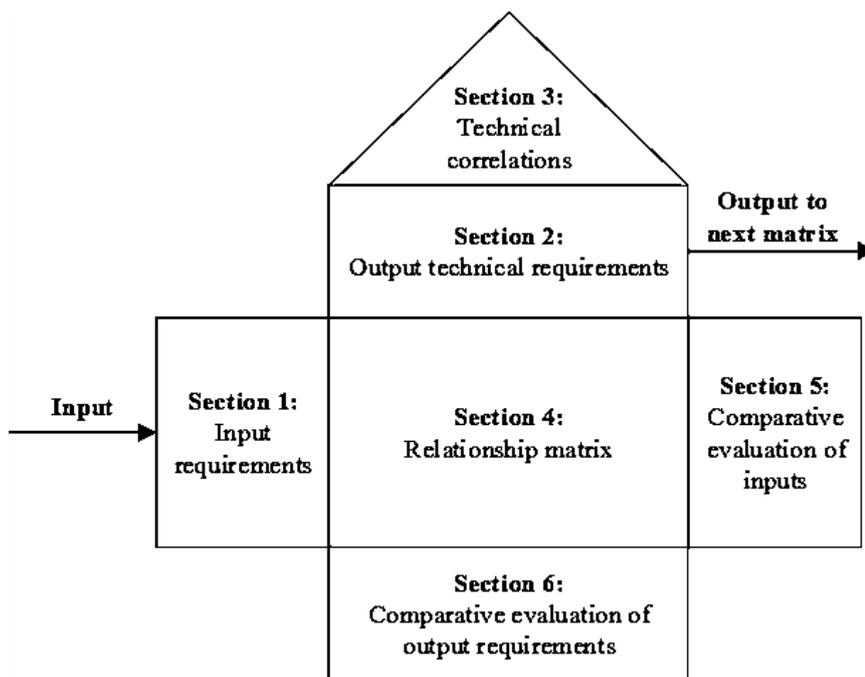
Fase	Fase ke-	Deskripsi
<i>Definition</i>	1	Menerjemahkan <i>customer needs</i> menjadi <i>technical requirement</i> sehingga dihasilkan produk yang sesuai keinginan konsumen dengan spesifikasi yang ditentukan oleh <i>engineer</i>

Tabel 2.2 Istilah pada Fase *Quality Function Deployment* (QFD) Lanjutan

Fase	Fase ke-	Deskripsi
<i>Concept</i>	2	Menerjemahkan <i>technical requirements</i> ke dalam <i>design solution requirements</i> hingga <i>part characteristics</i> (konsep desain hingga komponen yang akan digunakan)
<i>Realization</i>	3	Menerjemahkan <i>design solution requirements</i> ke dalam <i>manufacturing operating (process planning)</i>
<i>Delivery</i>	4	Menerjemahkan <i>process planning</i> ke dalam <i>production requirements</i>

Sumber: (Burge, 2007)

Dengan adanya fase-fase tersebut akan memudahkan dalam melakukan pengembangan pada suatu produk. Terdapat enam bagian yang membangun matriks QFD. Berikut merupakan matriks QFD yang disusun oleh enam bagian (Groover, 2001).



Gambar 2.3 Matriks *Quality Function Deployment* (Groover, 2001)

2.5.3 Leveling Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) diklasifikasikan ke dalam empat tingkatan (Groover, 2001). Berikut merupakan empat tingkatan tersebut beserta penjelasan pada masing-masing tingkat.

1. *Quality Function Deployment (QFD) Level 1*

Masukan (input) dari QFD level 1 adalah *customer requirements* atau keinginan konsumen yang kemudian masuk ke dalam proses pengolahan data, sehingga menghasilkan keluaran (output) berupa respon teknis.

2. *Quality Function Deployment (QFD) Level 2*

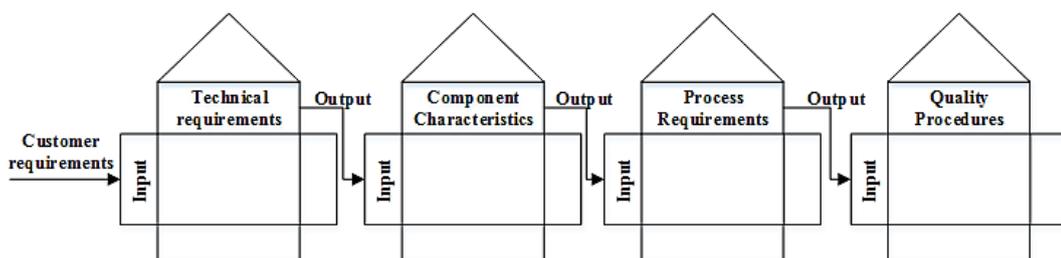
Output dari QFD level 1 yang berupa respon teknis menjadi input pada QFD level 2. Dalam hal ini respon teknis yang didapatkan akan diterjemahkan ke dalam *component characteristics* pada tahap ini.

3. *Quality Function Deployment (QFD) Level 3*

Component characteristics yang didapatkan pada QFD level 2 menjadi input pada QFD level 3 yang akan diterjemahkan ke dalam *process requirements* (output).

4. *Quality Function Deployment (QFD) Level 4*

Pada QFD level 4, yang menjadi input adalah hasil output QFD level 3 yang berupa *process requirements*. *Process requirements* jika dilanjutkan proses pengolahan, maka output yang dihasilkan berupa *quality procedures*.



Gambar 2.4 Quality Function Deployment Process (Groover, 2001)

Gambar diatas merupakan visualisasi tahap dalam QFD, dimulai dari QFD level 1 sampai dengan QFD level 4. Pada penelitian ini, QFD yang akan digunakan yakni QFD level 1 (*Customer Requirements*) dan QFD level 2 (*Component Characteristics*).

2.5.4 *House of Quality (HOQ)*

HOQ termasuk ke dalam fase pertama dari proses pembuatan *Quality Function Deployment (QFD)* dimana keduanya saling berhubungan satu sama lain (Shrivastava, 2016). Langkah-langkah dalam pembuatan *House of Quality (HOQ)* (Jaiswal, 2012) antara lain sebagai berikut.

- Langkah 1 (*Customer Requirements “Voice of Customer”*)
Langkah pertama dalam pembuatan QFD adalah mengidentifikasi segmentasi pasar yang nantinya akan dianalisis dan identifikasi *customer needs*.
- Langkah 2 (*Regulatory Requirements*)
Tidak semua *customer needs* dapat dipenuhi dalam bahasa mereka, sehingga perlu adanya standarisasi untuk *generate* hal tersebut.
- Langkah 3 (*Customer Importance Ratings*)
Konsumen akan melakukan penilaian terkait atribut dari *customer needs* yang telah diidentifikasi, dalam skala nilai 1 – 5.
- Langkah 4 (*Customer Rating of the Competition*)
Penilaian yang diberikan oleh *customer* akan menentukan posisi produk dari perusahaan kompetitor.
- Langkah 5 (*Voice of Engineer*)
Mendeskripsikan atribut dari suatu produk ke dalam deskripsi teknikal sehingga dapat dilakukan pengukuran dan *benchmarking*.
- Langkah 6 (*Direction of Improvement*)
Tim pengembangan produk mendefinisikan deskripsi secara teknikal.
- Langkah 7 (*Relationship Matrix*)
Pada tahap ini, pembuatan *relationship matrix* berdasarkan hubungan antara *customer needs* dan kemampuan perusahaan untuk memenuhi hal tersebut. Dalam hal ini terdapat skala kekuatan diantara *customer needs* dan kemampuan perusahaan, *strong* dengan skor 9, *medium* dengan skor 4, dan *weak* dengan skor 1. Berikut merupakan simbol yang digunakan pada skala hubungan tersebut.

- Langkah 8 (*Organizational Difficulty*)
Tingkat perancangan atribut pada kondisi tertentu mengalami kesulitan yang saling berhubungan. Hal tersebut sangat memungkinkan beberapa atribut mengalami konflik. Kesulitan yang dialami memiliki skala 1 – 5, dimana skor terbesar memiliki kesulitan tertinggi begitu juga sebaliknya. Skor tersebut dimasukkan ke dalam kolom tersendiri sehingga diketahui letak kesulitan yang sebenarnya.
- Langkah 9 (*Technical Analysis of Competition Products*)
Pada tahap ini, memahami kompetisi akan lebih baik sehingga teknisi dapat melakukan perbandingan terkait kompetitor. Dalam hal ini terdapat penambahan kolom terkait penilaian dari *engineering*.
- Langkah 10 (*Target Values for Technical Descriptors*)
Pada tahap ini, tim QFD mulai menetapkan target nilai untuk tiap atribut. Sehingga didapatkan perancangan yang memiliki keunggulan dari kompetitor
- Langkah 11 (*Correlation Matrix*)
Tahap ini mulai menunjukkan HOQ karena terdapat bagian matriks yang menyerupai atap dari sebuah rumah. Matriks tersebut sangat membantu teknisi desain untuk melanjutkan tahap selanjutnya pada QFD.
- Langkah 12 (*Absolute Importance*)
Tahap akhir dari pembuatan HOQ ditunjukkan hasil perhitungan nilai kepentingan yang sebenarnya. Pada tahap ini dapat terlihat seluruh aspek teknik dari produk yang dirancang, sehingga dapat diterima oleh konsumen.

2.6 *Material Handling*

Material handling berfungsi sebagai alat pemindahan suatu material dengan cara yang benar, ke tempat yang benar dalam posisi atau kondisi yang tepat dan dalam waktu yang telah ditentukan berdasarkan urutan sehingga dapat meminimalkan biaya produksi (Meyers & Stephens, 2000). The American Society for Mechanical Engineers (ASME) mendefinisikan *material handling* sebagai suatu ilmu dan seni terkait pemindahan, pengepakan hingga menuju proses

penjualan atau distribusi. *Material handling* sendiri memiliki beberapa perbedaan antara satu mesin dengan mesin lainnya meskipun memiliki fungsi yang sama guna melakukan pemindahan material, perbedaan tersebut antara lain terkait dimensi, gerakan perpindahan, kuantitas angkut, waktu yang dibutuhkan, ruang untuk melakukan pemindahan, dan pengendalian. Adapun sasaran pada *material handling*, sasaran utama dari adanya mesin atau peralatan *material handling* adalah mereduksi biaya produksi (Meyers & Stephens, 2000). Sasaran lain yang ada juga menempatkan pada sasaran utama tersebut. Berikut *subgoals* untuk mereduksi biaya:

- a. Melakukan pemeliharaan atau perbaikan kualitas produk, mereduksi jumlah produk cacat, dan menyediakan peralatan yang baik guna melindungi material agar tetap dalam kondisi dengan kualitas yang baik.
- b. Menjadikan kondisi yang aman dan kondisi kerja yang lebih baik.
- c. Meningkatkan produktivitas, dengan cara
 - Arus material harus dalam lini yang sejajar
 - Pemindahan material harus berdasarkan jarak terdekat
 - Menggunakan gaya gravitasi, jika memungkinkan
 - Memaksimalkan jumlah material yang dipindahkan dalam satu waktu
 - Mekanisasi peralatan/ mesin *material handling*
 - Otomatisasi peralatan/ mesin *material handling*
 - Pemeliharaan serta perbaikan pada *material handling*/ rasio produksi
 - Meningkatkan output dengan menggunakan *material handling* yang terotomatisasi
- d. Meningkatkan fungsi tiap fasilitas, dengan cara
 - Menggunakan peralatan serbaguna
 - Melakukan standarisasi peralatan *material handling* yang digunakan
 - Memaksimalkan utilisasi peralatan produksi dengan menggunakan alat bantu *material handling*

- Pemeliharaan, dan mengganti sesuai kebutuhan pada seluruh peralatan *material handling* yang digunakan dan mengembangkan program pemeliharaan secara *preventive*
 - Melakukan integrasi seluruh *material handling* ke dalam system
- e. Mereduksi “*dead weight*”, yang dimaksudkan dalam hal ini penggunaan *material handling* secara optimal akan lebih baik dibandingkan mengandalkan tujuan cepat dalam penyelesaian namun berat yang dibebankan melebihi kapasitas angkut.
- f. Pengendalian penyimpanan (inventori), adanya penggunaan *material handling* juga dapat melakukan pengendalian terhadap inventori.

Berikut akan dijelaskan terkait 10 prinsip dari *material handling*, dimana 10 prinsip tersebut tidak hanya dapat digunakan untuk *material handling* saja. Namun juga dapat digunakan untuk perancangan fasilitas dan perencanaan secara general dalam suatu sistem produksil

Tabel 2.3 Sepuluh Prinsip *Material Handling*

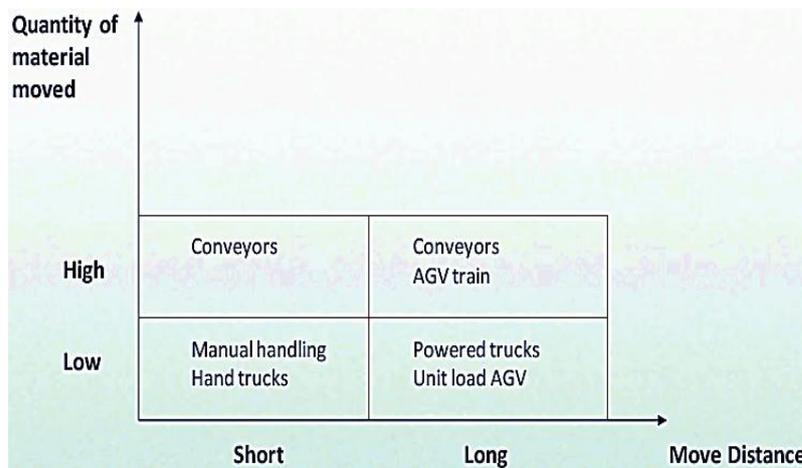
No	Prinsip-Prinsip <i>Material Handling</i>	Deksripsi
1	<i>Planning</i>	Perencanaan <i>material handling</i> menentukan setiap aktivitas, mencakup peningkatan implementasi, spesifikasi material, pemindahan, dan metode pemindahan
2	<i>Standardization</i>	Standarisasi merupakan upaya untuk menyeragamkan dalam hal metode <i>material handling</i> , peralatan, pengendalian, dan <i>software</i> yang digunakan
3	<i>Work</i>	Pengukuran kerja dalam <i>material handling</i> (volume, beratm atau unit per waktu) dikaitkan dengan jarak perpindahan
4	<i>Ergonomic</i>	Ergonomi merupakan ilmu pengetahuan yang ditemukan yang berfungsi sebagai alat adaptasi suatu pekerjaan dan kondisi kerja sehingga sesuai dengan kemampuan pekerja

Tabel 2.4 Sepuluh Prinsip *Material Handling*

No	Prinsip-Prinsip <i>Material Handling</i>	Deksripsi
5	<i>Unit Load</i>	<i>Unit load</i> merupakan salah satu beban yang dapat dipindahkan sebagai suatu entitas pada waktu tertentu, tanpa melihat jumlah barang yang menyebabkan adanya beban itu sendiri
6	<i>Space Utilization</i>	Efektif dan efisien merupakan suatu keharusan yang diterapkan untuk keseluruhan sistem
7	<i>System</i>	Sistem merupakan kumpulan dari entitas independen yang saling berinteraksi dan membentuk suatu kesatuan
8	<i>Automation</i>	Otomasi merupakan teknologi untuk megoperasikan dan mengendalikan produksi dan aktivitas pelayanan lainnya
9	<i>Environmental</i>	Mengarah kepada menggunakan sumber daya alam dan meminimalkan dampak dari aktivitas <i>material handling</i> terhadap lingkungan
10	<i>Life Cylce Cost</i>	Mencakup seluruh <i>cash flow</i> antara biaya yang digunakan untuk peralatan <i>material handling</i> dan biaya yang dikeluarkan atau digantikan

Sumber: (Heragu, 2008)

Prinsip-prinsip tersebut dapat digunakan dalam melakukan *improvement* terhadap *material handling* yang terdapat pada proses produksi suatu perusahaan manufaktur, tergantung dari sudut pandang mana yang akan didalami guna menyelesaikan masalah yang ada. Selain adanya prinsip untuk melihat fungsi dari tiap *material handling* yang ada, adapun beberapa jenis mesin *material handling* yang digunakan antara lain: *conveyor*, *conveyor AGV train*, *manual handling hand trucks*, *powered trucks unit load AGV*, dan lain sebagainya. Berikut merupakan grafik yang menggambarkan penggunaan jenis *material handling* akan mempengaruhi kuantitas material yang akan dipindahkan dengan mempertimbangkan jarak perpindahan.



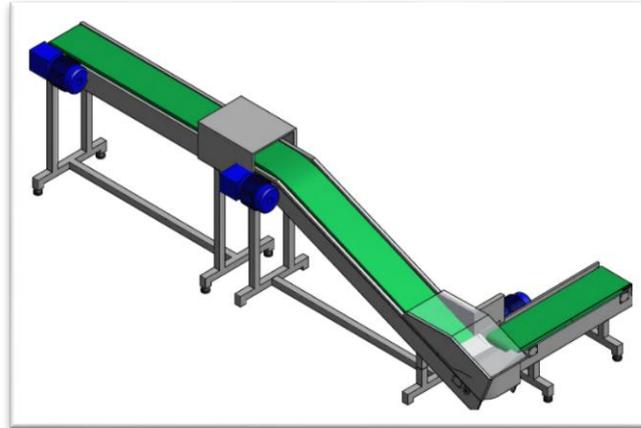
Gambar 2.5 *Flow Rate Jenis Material Handling* (Heragu, 2008)

Dengan adanya grafik perbandingan tiap jenis *material handling* akan berpengaruh secara langsung terhadap pertimbangan pemilihan *material handling* yang akan digunakan. Kuantitas material yang dipindahkan dengan menggunakan *material handling* yang tepat sesuai dengan tujuan yang akan dicapai sangat mempengaruhi efektivitas dari proses pemindahan itu sendiri, dalam hal ini juga dapat disebut sebagai kapasitas dari *material handling* yang digunakan. Selain itu, jarak perpindahan antar satu stasiun kerja menuju stasiun kerja berikutnya juga menjadi salah satu pertimbangan untuk menentukan *material handling* yang akan digunakan.

2.6.1 Tray A (Mesin Terdahulu)

Tray A merupakan mesin lama yang digunakan untuk proses transfer atau pemindahan produk obat nyamuk bakar setengah jadi dari stasiun kerja oven menuju ke operasi pungut obat. Dalam hal ini, Tray A merupakan mesin yang digunakan sejak tahun 2014 sampai bulan Nopember tahun 2016. Namun penggunaan Tray A yang cukup lama ini membuat perusahaan melakukan evaluasi terhadap Tray A itu sendiri dikarenakan *defect rate* yang dihasilkan sangat tinggi tiap harinya, dimana terdapat 3 shift kerja dengan masing-masing shift selama 8 jam kerja. Pengendalian kualitas sangat dibutuhkan perusahaan guna mereduksi biaya akibat pengulangan proses maupun biaya-biaya lain yang secara langsung berdampak pada profit perusahaan. Komponen-komponen yang

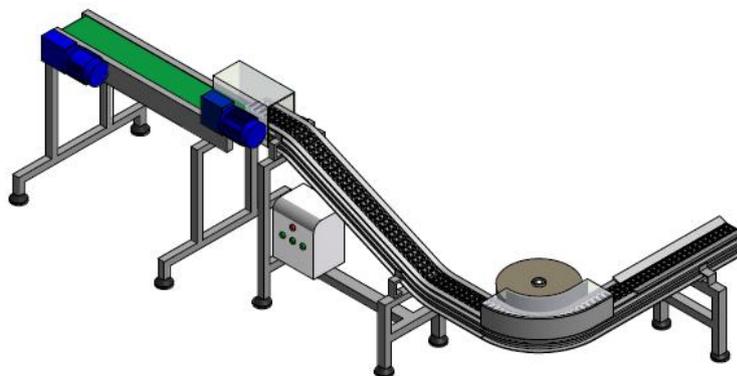
terdapat pada Tray A antara lain *receiving conveyor*, *transfer conveyor*, *packing conveyor*, dan panel.



Gambar 2.6 Tampak Keseluruhan Tray A (Mesin Terdahulu)

2.6.2 Tray B (Mesin dalam Masa Percobaan)

Tray B merupakan mesin baru yang digunakan untuk proses transfer atau pemindahan produk obat nyamuk bakar setengah jadi dari stasuin kerja oven menuju ke operasi pungut obat, sama halnya dengan Tray A. Dalam hal ini, Tray B merupakan mesin yang digunakan sejak tahun 2016 bulan Nopember sampai sekarang. Namun penggunaan Tray B ini masih diterapkan pada 1 lini produksis saja yakni lini produksi 6. Perusahaan ingin melakukan *trial* selama beberapa bulan untuk mengetahui perbedaan dari penggunaan sebelumnya Tray A dengan Tray B. Berikut merupakan komponen-komponen dari Tray B



Gambar 2.7 Tampak Keseluruhan Tray B (Mesin dalam Masa Percobaan)

2.7 *Technology Assessment*

Pada subbab ini akan dijelaskan terkait apa yang dimaksud dengan penilaian teknologi. Namun sebelum membahas terkait penilaian teknologi dijabarkan definisi teknologi, klasifikasi teknologi dan integrasi teknologi dengan pangsa pasar, serta dijelaskan terkait penilaian teknologi dari beberapa kriteria.

2.7.1 *Definisi Teknologi*

Teknologi merupakan sekumpulan sumber daya yang dikonversikan ke dalam suatu produk maupun jasa (Wiratmadja, 2010). Teknologi merupakan sekumpulan pengetahuan yang sistematis, berdasar pada eksperimen dan teori sains, yang memberikan nilai pada suatu produk maupun jasa dan mewujudkan kemampuan produktivitas, organisasi ataupun mesin. Adapun pemahaman lain terkait teknologi, berikut merupakan 3 pemahaman teknologi sesuai fungsi dari masing-masing teknologi (Wiratmadja, 2010).

1. Teknologi sebagai Barang Buatan

Ragam teknologi sebagai barang buatan antara lain sebagai berikut:

- a. Alat, merupakan barang buatan yang digunakan untuk membantu pekerjaan manusia dalam memproduksi suatu produk maupun jasa.
 - Sumber tenaga : tenaga otot manusia
 - Kendali : manusia
 - Sumber informasi : manusia
- b. Mesin, sama halnya dengan alat yang berfungsi sebagai alat bantu pekerjaan manusia, baik produk maupun jasa.
 - Sumber tenaga :
 - Tenaga non-manusia : hewan, tenaga alam, dll
 - Tenaga konversi sumber daya alam : tenaga uap, air, listrik
 - Kendali : manusia
 - Sumber informasi : manusia

c. *Automation*, merupakan perlengkapan teknologi yang paling tinggi ragamnya dimana seluruh komponen penggerakannya bekerja secara otomatis.

- Perlengkapan otomatis yang berfungsi untuk menggantikan pengendalian yang dilakukan oleh manusia.
- Sumber tenaga : hasil konversi sumber daya tertentu

2. Teknologi sebagai Kegiatan Manusia

Teknologi sebagai kegiatan merupakan teknologi yang memiliki 2 karakteristik. Karakteristik pertama, efisiensi yang merupakan konsepsi yang menunjukkan perbandingan antara masukan (input) dan hasil (output). Karakteristik kedua, mempunyai tujuan yang memiliki fungsi untuk memenuhi kebutuhan, *problem solving*, dengan kesulitan-kesulitan tertentu.

3. Teknologi sebagai Kumpulan Pengetahuan

Teknologi merupakan sekumpulan pengetahuan yang dikonversikan sedemikian rupa guna mengorganisir segala aktivitas produksi secara sistematis dan efektif. Teknologi merupakan pengetahuan, pengetahuan untuk berpikir bagaimana untuk membuat sesuatu dan bagaimana melakukan sesuatu itu sendiri.

4. Teknologi sebagai Sistem

Teknologi sebagai sistem yang dimaksudkan, bahwa teknologi juga dianggap sebagai sekumpulan proses yang terintegrasi yang memproduksi suatu produk maupun jasa sama halnya dengan sistem. Berikut merupakan karakteristik sistem serta gambaran dari teknologi sebagai suatu sistem:

- a. Tujuan sistem : memiliki tujuan yang ingin dicapai, dilakukan dengan jelas dan rinci dengan menggunakan parameter pencapaian.
- b. Lingkungan sistem : sesuatu yang berada diluar sistem dan diluar pengendaliannya dapat mempengaruhi pelaksanaan seluruh aktivitas sistem tersebut.

- c. Sumber daya sistem : sarana yang digunakan dapat diubah atau dikendalikan sesuai dengan kebutuhan.
- d. Komponen sistem : bagian yang menjalankan berbagai aktivitas sistem.
- e. Manajemen sistem : mencakup rencana, pelaksanaan dan pengendalian.

Sumber daya teknologi merupakan kombinasi antara peralatan fisik sehingga didapatkan pemikiran *know-how* dalam hal baik tidaknya untuk membuat atau menggunakan peralatan tersebut (Wiratmadja, 2010). Adapun dekomposisi sumber daya teknologi yang terdiri atas 4 komponen sebagai berikut.

1. *Object-embodied Technology* (Fasilitas ->*Technoware*)

Komponen *technoware* mencakup peralatan manual, mesin otomatis, fasilitas terintegrasi.

2. *Person-embodied Technology* (Kemampuan ->*Humanware*)

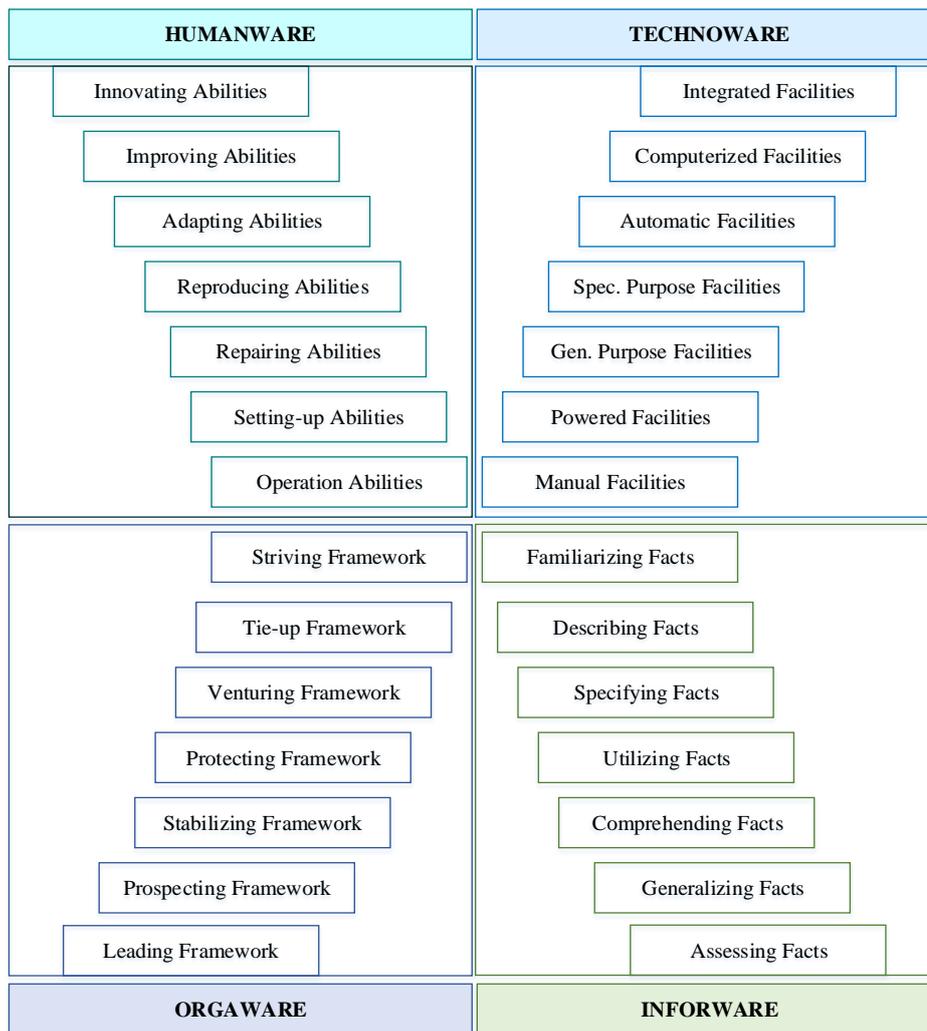
Komponen *humanware* mencakup kemampuan operasional, produksi, memperbaiki, inovasi, maupun adaptasi.

3. *Document-embodied Technology* (Fakta ->*Inforware*)

Komponen *inforware* mencakup hal-hal yang digunakan untuk menilai, menjelaskan, menggunakan fakta, melakukan klasifikasi terhadap suatu informasi.

4. *Institution-embodied Technology* (Kerangka Kerja ->*Orgaware*)

Komponen *orgaware* mencakup hal-hal yang berkaitan dengan kerangka kerja seperti halnya, internal organisasi, industri, maupun nasional.



Gambar 2.8 Komponen Teknologi dan Tingkat Sophistikasi (Wiratmadja, 2010)

Dengan adanya gambar tersebut akan memudahkan dalam melakukan penilaian pada tiap-tiap komponen yang ada pada suatu teknologi. Penilaian teknologi dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat sophistikasi, sehingga terlihat dengan jelas perbedaan antara tingkat paling tinggi dengan tingkat paling rendah. Namun dalam penelitian ini, yang menjadi *concern* yaitu melakukan evaluasi terhadap mesin sehingga penilaian teknologi yang dilakukan hanya berdasarkan komponen *Technoware*.

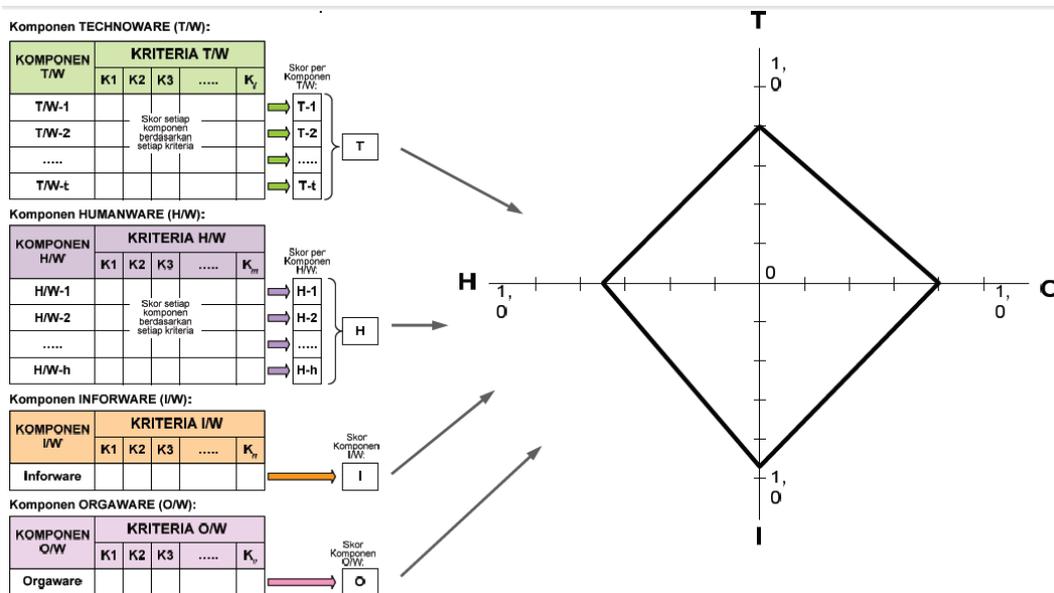
2.7.2 *Technology Assessment Process*

Menurut (Wiratmadja, 2010), terdapat model dalam melakukan penilaian teknologi. Salah satu model yang dapat digunakan dalam penilaian teknologi yang untuk menilai operasional perusahaan yaitu model Teknometrik.

Penilaian teknologi secara teknometrik merupakan aktivitas pemeriksaan terhadap teknologi yang digunakan serta melakukan perbandingan dengan dasar *bench-marking* antara teknologi yang digunakan pada industri yang terbaik. Sedangkan menurut Wiratmadja (2010), asesmen teknologi atau penilaian teknologi merupakan aktivitas peninjauan secara teratur terkait kekuatan dan kelemahan teknologi yang berkaitan dengan proses sehingga menghasilkan suatu produk (dalam konteks bisnis saat ini dan di masa mendatang). Penilaian teknologi merupakan aktivitas pemeriksaan terhadap teknologi yang digunakan serta melakukan perbandingan dengan dasar *bench-marking* antara teknologi yang digunakan pada industri yang terbaik. Tujuan dari adanya penilaian teknologi antara lain sebagai berikut:

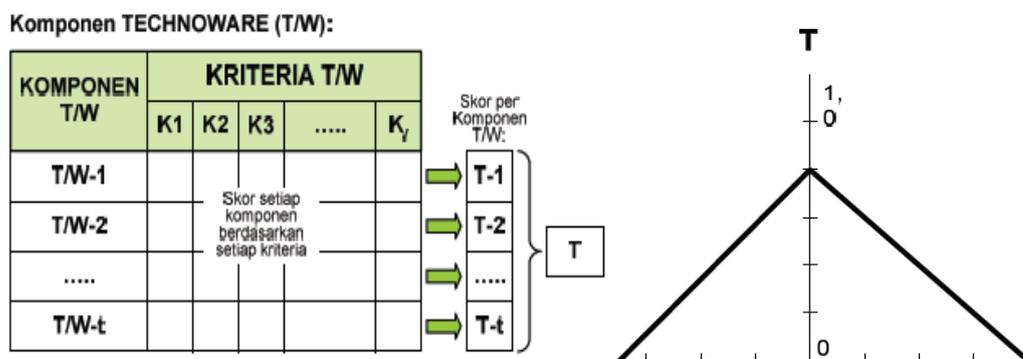
- a. Menjelaskan dan menilai teknologi yang sedang digunakan.
- b. Melakukan evaluasi terhadap biaya dan nilai tambah yang terdapat pada teknologi yang digunakan.
- c. Identifikasi kekuatan dan kelemahan yang terdapat pada suatu operasi teknologi perusahaan.
- d. Menunjukkan cara membangun atau meningkatkan keunggulan bersaing dengan perusahaan melalui pemanfaatan yang lebih baik dari teknologi yang sudah ada.
- e. Identifikasi teknologi yang ada dan tersedia, dimana teknologi tersebut dapat dimanfaatkan perusahaan dalam operasi bisnisnya dan dalam menghasilkan produk.
- f. Menentukan dampak dan nilai tambah dari suatu penggunaan teknologi baru.
- g. Melakukan penilaian teknologi yang mungkin bagi perusahaan.

Berikut merupakan peta T (Technoware), H (Humanware), I (Inforware), O (Orgaware). Dimana sumbu yang didapatkan dari keempat komponen tersebut didapatkan dari skor tiap kriteria komponen THIO.



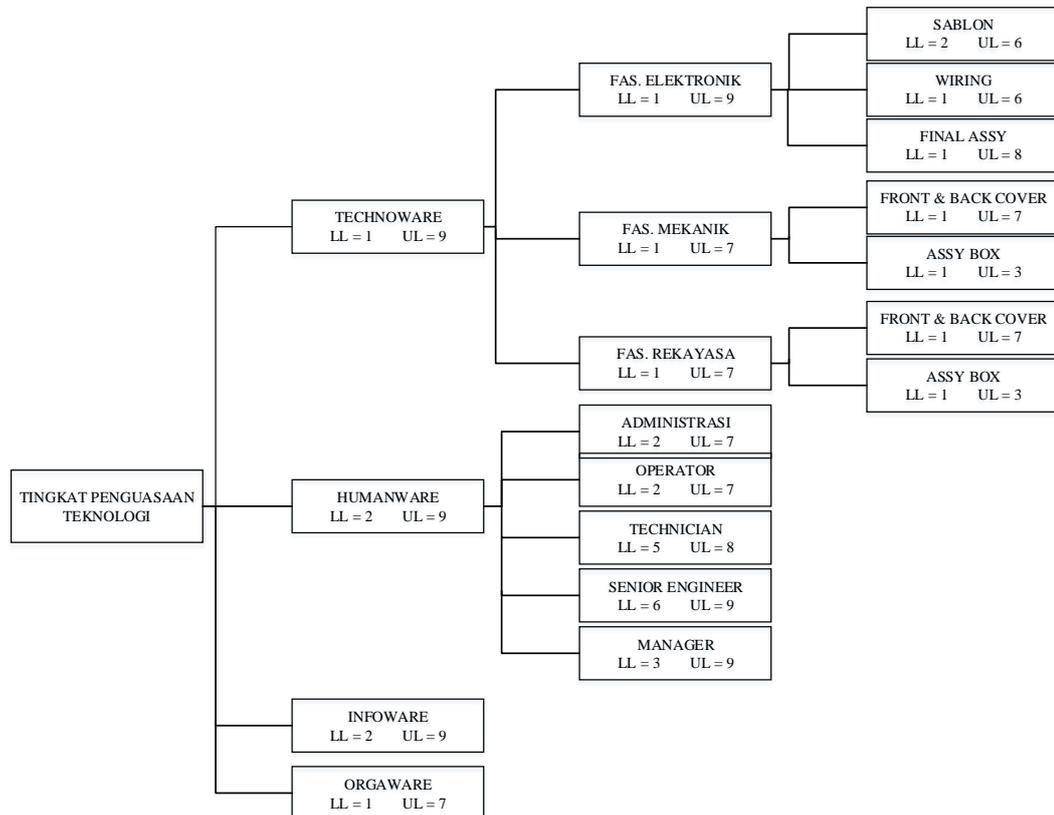
Gambar 2.9 Peta THIO pada *Technology Assessment* (Wiratmadja, 2010)

Seperti yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya bahwa penelitian ini fokus kepada mesin yang digunakan PT XZ Surabaya sehingga hanya melakukan penilaian *technoware*. Hasil dari peta yang telah ditunjukkan pada gambar diatas nantinya hanya terdapat sumbu T (*Technoware*) pada level 0 (nol) hingga level 1. Sehingga, peta yang diinputkan hanya pada bagian *technoware* saja seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.10 Peta THIO Penilaian Komponen *Tecnoware*

Tanda garis merah pada peta THIO tepatnya pada komponen *Technoware* menunjukkan nilai teknologi yang dimiliki dari masing-masing mesin yaitu Tray A, B dan C. Sehingga, terlihat mesin mana yang lebih unggul dalam hal teknologi yang diterapkan.



Gambar 2.11 Contoh Model Teknometrik Perusahaan Manufaktur
(Wiratmadja, 2010)

Dengan adanya penilaian terhadap teknologi yang digunakan pada suatu operasional perusahaan akan membantu dalam hal menganalisis penggunaan teknologi yang lebih efisien. Dalam penelitian ini desain rancangan mesin Tray yang digambarkan dalam konsep desain dilakukan analisis terkait penilaian teknologi yang digunakan. Sehingga, terlihat perbedaan dari mesin sebelumnya.

2.8 Simulasi Arena

Simulasi merupakan proses meniru *real system* untuk mengevaluasi sistem dan merekomendasikan perbaikan performa sistem (Hasian & Putra, 2010).

Sistem yang dimaksudkan adalah kumpulan dari beberapa komponen yang menjalankan fungsi tertentu dan saling berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan.

Berikut merupakan elemen-elemen yang terdapat pada sistem:

a. Entitas

Entitas merupakan elemen yang dikenai proses dalam suatu sistem. Entitas adalah objek yang memasuki sistem untuk melalui serangkaian proses dalam sistem tersebut.

b. *Resource*

Resource merupakan *tools* atau fasilitas yang digunakan untuk melakukan proses. Biasanya *resource* digambarkan seperti pekerja, mesin, peralatan yang melakukan aktivitas untuk memproses entitas.

c. Atribut

Atribut merupakan sesuatu yang dapat digunakan untuk identifikasi entitas berupa identitas, waktu, nomor, atau lainnya. Sifat yang melekat pada entitas memungkinkan bahwa tiap entitas memiliki atribut yang berbeda.

d. Variabel

Variabel merupakan identitas yang melekat pada sistem secara keseluruhan, sifatnya lebih melekat pada sistem. Dalam hal ini, sifat dari nilai variabel untuk masing-masing entitas pada suatu sistem adalah sama.

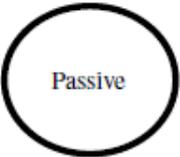
e. *Control*

Elemen ini merupakan pengendali dari sistem yang dapat memengaruhi perilaku atau karakteristik dari sistem itu sendiri. Adanya perubahan pada *control* suatu sistem, perilaku sistem juga akan berubah. Sifatnya digambarkan dengan waktu simulasi, logika atau prosedur yang dilakukan sistem, standar operasional dalam sistem, dan lainnya.

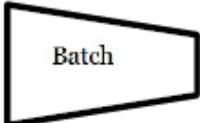
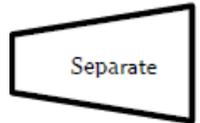
Software Arena merupakan salah satu *software* yang memfasilitasi untuk dilakukannya simulasi terhadap suatu model yang telah dibuat sehingga mencapai tujuan tertentu. Sebelum memodelkan dalam *software arena*, perlu adanya grafik yang menggambarkan model sistem (model konseptual) yang disebut juga dengan

activity cycle diagram (ACD). *Activity cycle diagram* (ACD) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan interaksi antar elemen dalam suatu sistem dalam bentuk grafik. Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan pada ACD.

Tabel 2.5 Simbol-Simbol pada *Activity Cycle Diagram* (ACD)

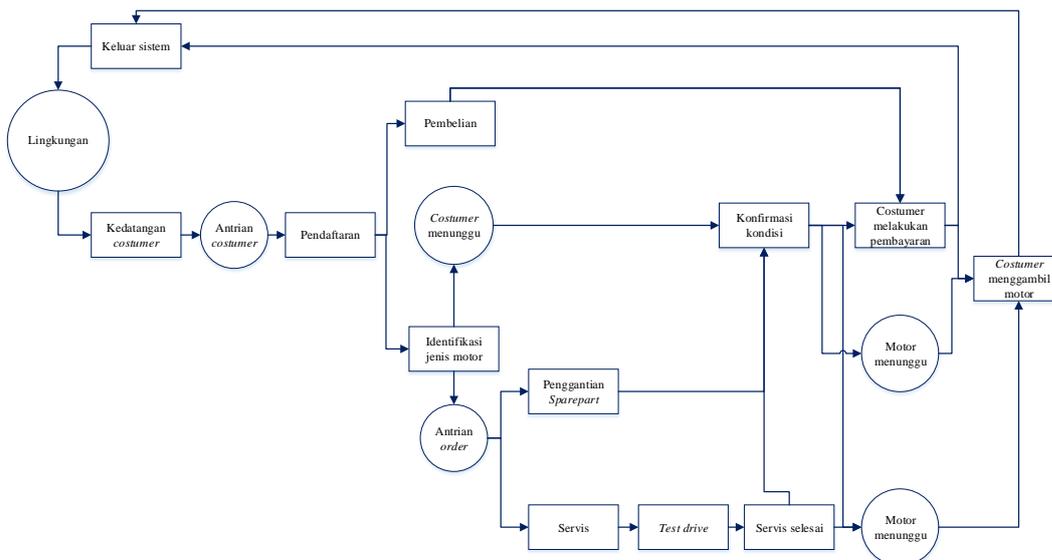
No	Simbol	Keterangan
1	 (Segilima ke kiri)	<i>Generate</i> sama dengan <i>create</i> , menciptakan entitas
2	 (Segilima ke kanan)	<i>Terminate</i> sama dengan <i>dispose</i> , mengakhiri entitas
3	 (Lingkaran)	<i>Passive state</i> menunjukkan adanya aktivitas pasif
4	 (Segi empat)	<i>Active state</i> menunjukkan adanya aktivitas aktif
5	 (Panah)	<i>Connect</i> menunjukkan relasi urutan antar node yang merepresentasikan aktivitas pendahulu berubah menjadi aktivitas berikutnya

Tabel 2.5 Simbol-Simbol pada *Activity Cycle Diagram* (ACD)

No	Simbol	Keterangan
6	 (Belah ketupat)	<i>Alternate</i> menunjukkan kondisi (condition) pilihan dua alternatif yang kemungkinan perlu untuk diputuskan (<i>decide</i>)
7	 (Trapesium kanan)	<i>Assembly/ batch</i> menunjukkan aktivitas aktif yang melibatkan 2 entitas atau lebih dan bertransformasi menjadi 1 entitas
8	 (Trapesium kiri)	<i>Disperse/ separate</i> menunjukkan aktivitas aktif yang mentransformasikan 1 entitas menjadi 2 entitas atau lebih

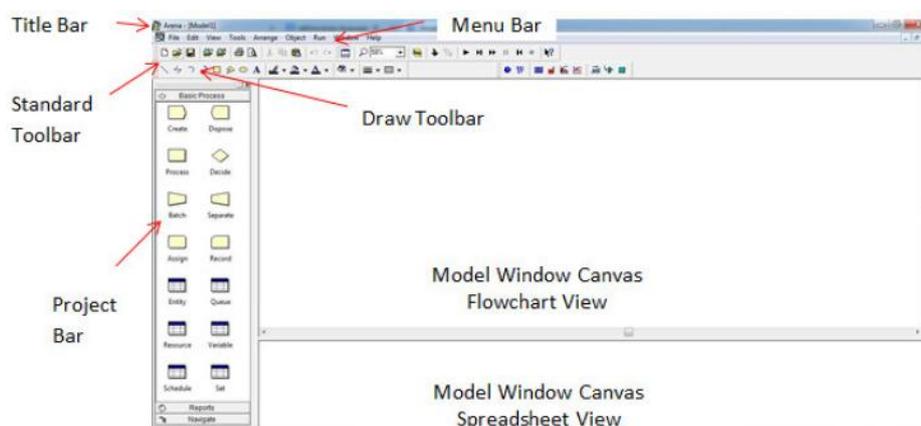
Sumber: (Hasian & Putra, 2010)

Berikut merupakan salah satu contoh *Activity Cycle Diagram* (ACD) pada sistem bengkel motor.



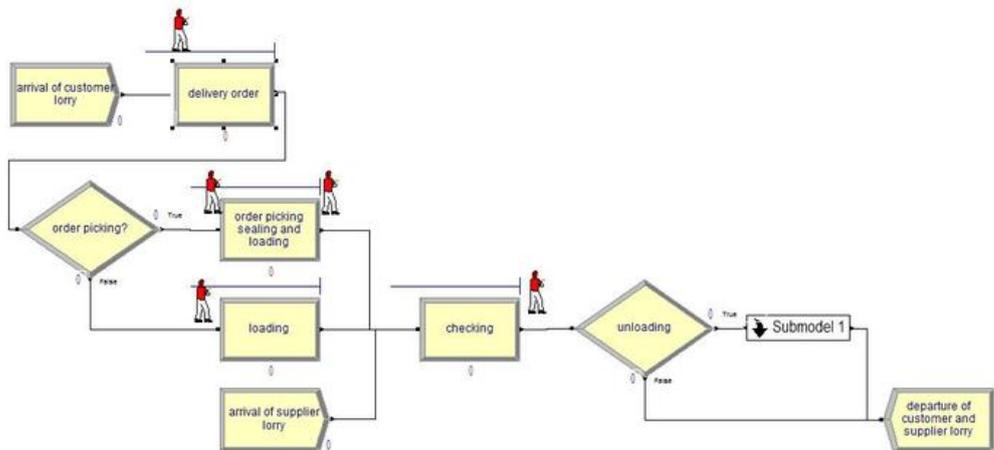
Gambar 2.12 Contoh *Activity Cycle Diagram* (ACD)

Dengan adanya model konseptual dalam bentuk ACD akan memudahkan dalam proses membuat model simulasi. Guna memastikan model yang telah dibuat sesuai dengan *real system*, maka diperlukan proses verifikasi dan validasi. Proses verifikasi dapat dilakukan saat menggunakan *software* Arena, sedangkan proses validasi menggunakan metode antara *paired-t confidence* atau *welch confidence interval*. Berikut beberapa gambar terkait tampilan *software* Arena beserta isi dari menu yang terdapat didalamnya.



Gambar 2.13 Tampilan Awal *Software* Arena

Setiap menu dalam tampilan awal tersebut diatas memiliki fungsi yang berbeda. Menu bar, *toolbar* dan *draw* bar yang berguna untuk membantu pengerjaan model simulasi. *Flowchart view* yang akan menunjukkan keseluruhan model yang telah dibuat dalam bentuk aliran proses. Sedangkan *spreadsheet view* yang menunjukkan komponen-komponen model didalamnya pada suatu model simulasi yang telah dibuat. *Project bar* yang berfungsi sebagai elemen utama untuk pembuatan suatu rangkaian model simulasi dalam bentuk modul. Modul merupakan elemen yang digunakan untuk menggambarkan aliran proses untuk model simulasi yang dibuat.



Gambar 2.14 Contoh Tampilan Model Simulasi *Software Arena*

Dalam hal ini, model yang disimulasikan pada sistem untuk mengetahui seberapa besar *defect rate* pada mesin Tray A, B, maupun C. Sehingga didapatkan perbedaan diantara ketiga mesin tersebut. Waktu antar kedatangan merupakan salah satu elemen yang menjadi dasar dalam pembuatan model simulasi tersebut.

2.9 *Net Present Value (NPV)*

Dalam melakukan pengambilan keputusan pada permasalahan terkait ekonomi teknik, terdapat 7 langkah sistematis yang harus dilakukan guna mendapatkan keputusan yang paling optimal. Berikut merupakan 7 langkah sistematis tersebut (Pujawan, 2009).

- a. Mendefinisi beberapa alternatif yang akan dilakukan analisis
- b. Mendefinisikan perencanaan secara horizontal yang akan digunakan sebagai dasar untuk membandingkan alternatif yang telah ditentukan
- c. Estimasi aliran kas (*cash flow*) dari masing-masing alternatif
- d. Menentukan *Minimum Acceptable Rate of Return (MARR)* yang akan digunakan dalam analisis
- e. Membandingkan alternatif dengan teknik-teknik yang telah ditentukan
- f. Melakukan analisis suplementer
- g. Memilih alternatif yang terbaik berdasarkan analisis yang telah dilakukan

Keseluruhan langkah tersebut dapat dilakukan sebagai dasar untuk melakukan analisis terkait suatu proyek, salah satu teknik yang dapat digunakan untuk melakukan hal tersebut adalah *Net Present Value* (NPV). *Net Present Value* (NPV) atau disebut juga dengan *Net Present Worth* (NPW) adalah jumlah nilai ekuivalen pada saat ini yang menjelaskan perbedaan antara pengeluaran ekuivalen dan penerimaan ekuivalen dari suatu aliran kas investasi untuk tingkat bunga tertentu (Wiratno, 2011).

$$NPV = \sum_{t=0}^n F_t(1 + i)^{-t} \text{dimana } 0 \leq i \leq \infty \quad (2.1)$$

Dimana:

NPV = *Net Present Value*

F_t = *cash flow* pada periode t

n = horizon perencanaan (periode)

i = *MARR

Adapun karakteristik dari NPV yang menjadi dasar untuk membandingkan alternatif secara tepat.

1. NPV mempertimbangkan *time value of money* menurut nilai i yang dipilih
2. NPV memperhatikan nilai ekuivalen *cash flow* dalam suatu indeks tunggal pada titik waktu t = 0
3. Nilai tunggal NPV bergantung pada tiap-tiap tingkat suatu bunga yang digunakan dan tidak tergantung pada pola aliran kasnya.

Apabila alternatif yang dibandingkan bersifat independen, maka alternatif yang memiliki nilai NPV > 0 (tingkat pengembalian > MARR) akan dipilih karena secara ekonomi alternatif tersebut dapat dinyatakan layak dilaksanakan. Namun apabila alternatif yang dibandingkan bersifat *mutually exclusive*, maka alternatif yang dipilih adalah alternatif yang memiliki nilai NPV tertinggi. Dalam hal ini, jika alternatif yang dibandingkan hanya menghasilkan ongkos tertentu saja, maka alternatif yang dipilih adalah alternatif yang memiliki nilai NPV terendah (Amani, 2016). Kriteria penilaian untuk NPV adalah sebagai berikut:

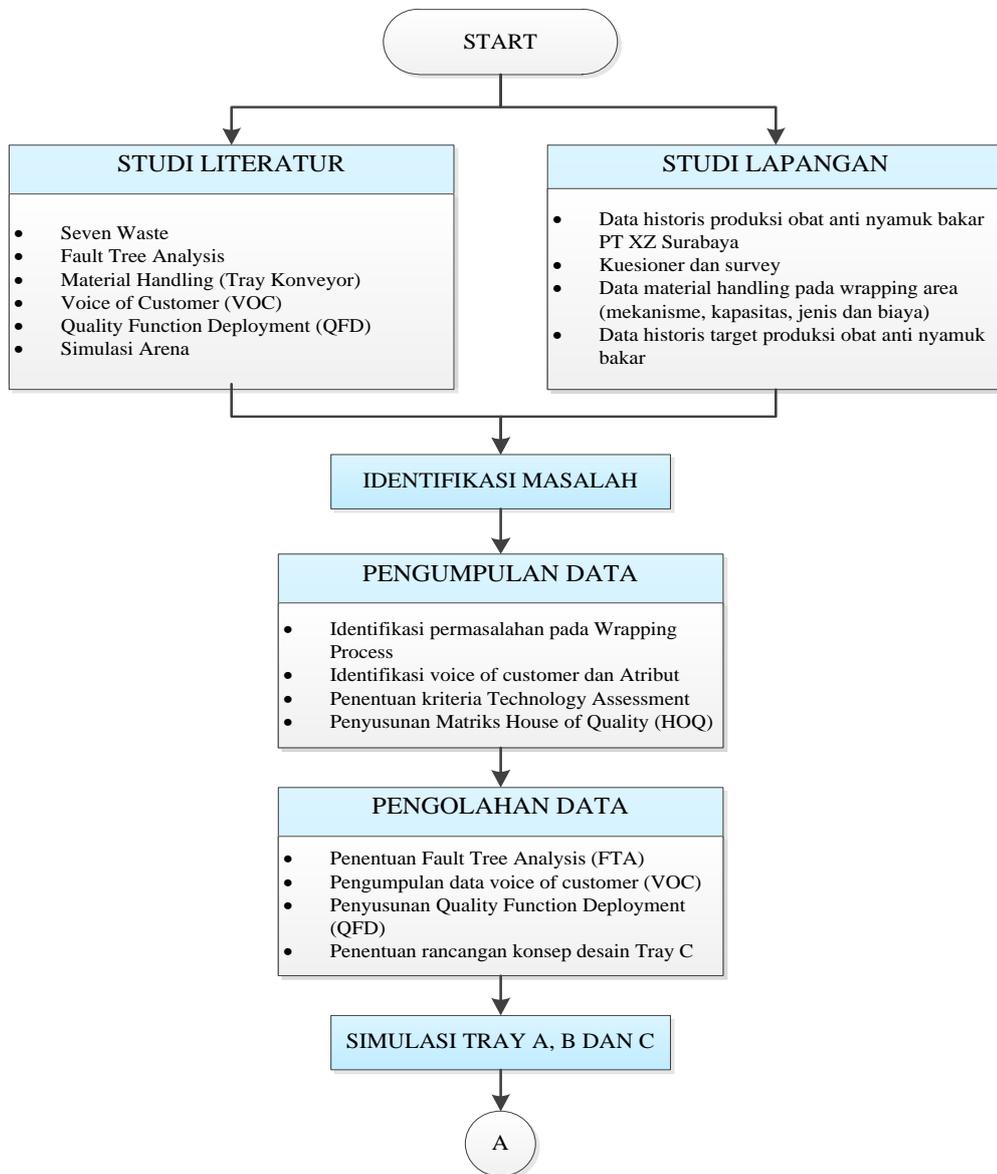
- Jika $NPV > 0$, maka usaha yang dijalankan layak untuk dilaksanakan
- Jika $NPV < 0$, maka usaha yang dijalankan tidak layak untuk dilaksanakan
- Jika $NPV = 0$, maka usaha yang dijalankan tidak rugi dan tidak untung

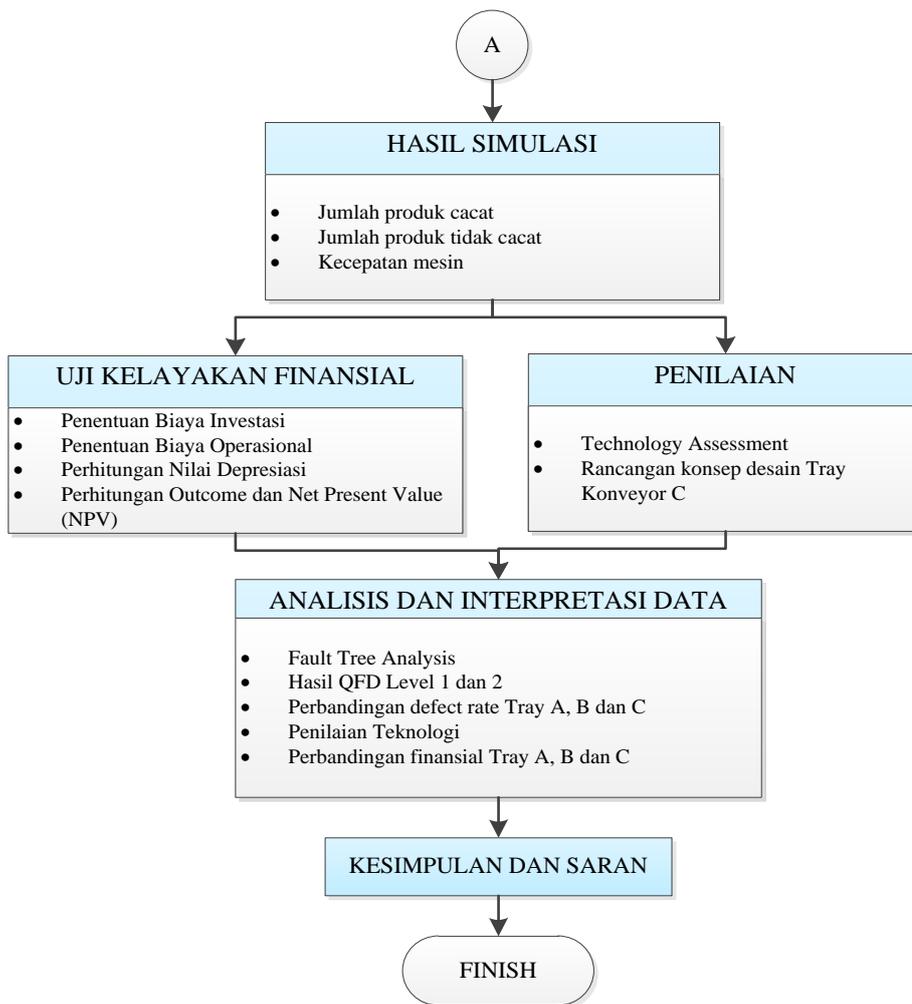
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan terkait alur dari pemecahan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini mencakup tahap-tahap yang dilakukan mulai dari identifikasi masalah hingga didapatkan tujuan dari penelitian.

3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian yang digunakan selama penelitian Tugas Akhir.





Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.2 Penjelasan *Flowchart* Metodologi Penelitian

Tahapan yang digunakan selama proses pengerjaan penelitian yang ditunjukkan dalam bentuk diagram alir. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahap yang dilakukan selama penelitian.

3.2.1 *Identifikasi Permasalahan*

Penelitian ini dimulai dari tahap identifikasi permasalahan yang ada pada perusahaan yang diteliti, dengan adanya identifikasi masalah eksisting akan membantu dalam menemukan permasalahan secara aktual. Identifikasi ini dilakukan oleh peneliti yang melakukan pengamatan secara langsung pada perusahaan. Sehingga terdapat kesinambungan antara permasalahan yang

ditemukan dengan kebutuhan perusahaan dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Dimana, pengamatan secara langsung dilakukan pada proses produksi yang dikehendaki oleh perusahaan.

3.2.2 *Studi Literatur dan Studi Lapangan*

Setelah dilakukan tahap identifikasi permasalahan, pada tahap berikutnya melakukan studi literatur dan studi lapangan. Dalam hal ini, studi literatur dapat membantu dalam mempelajari teori-teori yang dipergunakan dalam penelitian. Studi literatur merupakan penambahan wawasan dari beberapa referensi dari sumber informasi yang valid, referensi tersebut didapat dari internet, buku, jurnal ataupun materi-materi yang telah didapatkan saat perkuliahan. Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, *seven waste* yang digunakan sebagai *tools* dalam mengidentifikasi permasalahan berdasarkan 7 faktor, metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang digunakan untuk identifikasi permasalahan hingga didapatkan penyebab utama dari permasalahan, *Quality Function Deployment* (QFD) yang digunakan sebagai teori dasar dalam melakukan perancangan Tray, pemahaman teori terkait *material handling*, serta konsep simulasi dengan menggunakan *software* Arena. Sedangkan dalam studi lapangan, metode yang digunakan adalah dengan melakukan wawancara secara langsung, penyebaran kuesioner, serta melakukan *survey* secara langsung pada lantai produksi

3.2.3 *Tahap Pengumpulan Data*

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data terkait data-data yang diperlukan dalam penelitian dapat berupa data historis dari perusahaan maupun data yang diambil secara langsung (pengamatan maupun wawancara). Data-data yang dikumpulkan antara lain sebagai berikut.

- Alur proses produksi pada area pengepakan
- Data historis target produksi, capaian produksi, kapasitas produksi
- Data hasil kuesioner yang diberikan kepada karyawan produksi

- Data Tray A dan Tray B (kapasitas, *defect rate*, produktivitas, biaya investasi, biaya operasional, biaya pemeliharaan, nilai depresiasi)

3.2.4 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data terkait data-data yang telah didapatkan dari pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian. Pada tahap awal pengolahan data melakukan identifikasi permasalahan proses produksi menggunakan *seven waste*, dimana identifikasi permasalahan didapatkan dari pengamatan yang dilakukan secara langsung pada rantai produksi. Setelah dilakukan identifikasi permasalahan, selanjutnya mengidentifikasi akar permasalahan dengan menggunakan *tools* FTA berdasarkan informasi yang didapatkan peneliti baik dari hasil wawancara maupun data historis yang didapatkan dari perusahaan.

Selanjutnya, membuat rekapitulasi data *voice of customer* dari hasil penyebaran kuisioer serta wawancara secara langsung. Dari hasil *voice of customer* dilakukan penyusunan *House of Quality* (HOQ) yang berhubungan dengan penentuan komponen yang digunakan dalam pembuatan konsep desain Tray baru. Dalam penentuan komponen, *technology assessment* juga menjadi salah satu nilai tambah, sehingga perlu adanya penentuan kriteria *technology assessment* terlebih dahulu. Setelah mendapatkan seluruh data tersebut, akan dilakukan penyusunan *Quality Function Deployment* (QFD) dan dilanjutkan dengan pembuatan rancangan konsep desain Tray baru. Selanjutnya dilakukan simulasi konsep desain, Tray A dan Tray B. Setelah dilakukan simulasi maka didapatkan jumlah produk cacat yang dihasilkan masing-masing Tray. Uji kelayakan finansial juga dilakukan dalam penelitian ini yang nantinya didapatkan nilai sensitivitas antara Tray A, B dan C. Selain itu, akan dilakukan penilaian terkait *technology assesment*, produktivitas serta penilaian rancangan konsep desain.

3.2.5 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis terhadap hasil simulasi yang telah dilakukan pada tahap akhir pengolahan data. Data yang dinalisis antara lain

terkait analisis perancangan konsep desain, hasil simulasi, *defect rate*, produktivitas dan analisis terkait biaya-biaya yang dikeluarkan untuk Tray C (konsep desain Tray baru)serta dibandingkan dengan Tray A maupun Tray B. Serta perbandingan *technology assessment* antara ketiganya. Dalam tahap ini diharapkan dapat menjawab tujuan dari penelitian ini yakni terkait evaluasi Tray A dan Tray B dengan melakukan perancangan konsep desain Tray baru, sehingga didapatkan kesimpulan Tray yang memiliki *defect rate* paling rendah dengan produktivitas yang tinggi.

3.2.6 *Kesimpulan dan Saran*

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dari identifikasi permasalahan hingga melakukan analisis terhadap penelitian yang dilakukan. Dalam hal ini, penarikan kesimpulan ini dapat menjawab dari tujuan penelitian yang telah dibuat terkait evaluasi penggunaan Tray A dan Tray B serta Tray C. Dari ketiga Tray tersebut ditentukan Tray yang paling baik, yakni memiliki *defect rate* paling rendah dan memiliki produktivitas yang baik. Serta memberikan saran yang berkaitan dengan penelitian ini terhadap perusahaan yang bersangkutan maupun saran untuk adanya penyempurnaan penelitian ini.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan terkait data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, dari data-data tersebut dilakukan pengolahan sesuai dengan *flowchart* penelitian Tugas Akhir ini.

4.1 Identifikasi *Seven Waste*

Pada subbab ini dijelaskan terkait identifikasi *waste* sesuai dengan *seven waste* yang telah dijelaskan pada landasan teori.

1. *Overproduction*

Pada PT XZ, *waste* tersebut tidak terjadi. Saat ini, PT XZ memiliki masalah terkait *loss production*. Dimana, *loss production* tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah terlalu seringnya aktivitas *irregular* dilakukan oleh operator sehingga waktu siklus yang seharusnya dapat dilakukan dialihkan dengan aktivitas lainnya, jumlah produk setengah jadi (*work-in-process*) yang cukup banyak, adanya *product defect* yang berdampak pada produk jadi yang dihasilkan, terjadinya *downtime machine* dalam jangka waktu relatif pendek, dan lain-lain.

2. *Product Defects*

PT XZ Surabaya terdapat beberapa proses untuk menghasilkan satu produk *coil* atau obat nyamuk bakar, dimana proses yang ada tidak jarang juga dapat menghasilkan produk cacat. Berikut merupakan hasil identifikasi *defect* berdasarkan jenis produk setengah jadi yang dihasilkan operator.

Tabel 4.1 Identifikasi *Defect* berdasarkan Jenis Produk Setengah Jadi

No	Klasifikasi Produk	Jenis <i>Defect</i>
1	<i>Double Coil</i>	<i>Coil Patah</i>
2		<i>Coil Berantakan</i>
3		<i>Coil Lembab</i>

Tabel 4.1 Identifikasi *Defect* berdasarkan Jenis Produk Setengah Jadi (Lanjutan)

No	Klasifikasi Produk	Jenis <i>Defect</i>
4	<i>Wrapped Coil</i>	<i>Coil Patah</i>
5		Tanpa <i>Coil Holder</i>
6		Plastik Film Tidak Terseal Sempurna
7		Plastik Film Gandeng
8	<i>Folding Box</i>	<i>Folding box</i> robek
9		<i>Printing error</i>
10		<i>Folding box</i> lidah terbuka
11		<i>Folding box</i> warna pudar

Tabel 4.1 diatas merupakan hasil identifikasi yang dilakukan berdasarkan pengamatan secara langsung pada lantai produksi. Dapat dilihat bahwa terdapat penggolongan jenis produk yang cacat, sehingga hal tersebut dapat memudahkan untuk melakukan analisis terkait cacat produk yang dihasilkan sesuai dengan jenis *defect*. Adanya *defect* yang dihasilkan akan berpengaruh pada jumlah *output* produk, sehingga dalam hal ini perlu adanya pengendalian kualitas guna memenuhi kualitas yang sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan.

3. *Excess Inventory*

Pada PT XZ Surabaya, *inventory* merupakan salah satu *waste* yang juga memiliki keterkaitan dengan *waste* yang disebabkan adanya *work-in-process*. Namun, dari sisi produk setengah jadi yang dihasilkan tersebut lebih mengarah kepada *waste waiting*. Hal tersebut dikarenakan, penyebab permasalahan adanya *work-in-process* yaitu terjadi akibat adanya aktivitas *waiting* yang terjadi pada lantai produksi. Dengan demikian, perlu adanya pemilihan *waste* yang paling mempengaruhi lantai produksi untuk dilakukan analisis serta perbaikan yang perlu dilakukan untuk mereduksi *waste* tersebut.

4. *ExcessiveTransportation*

Pada PT XZ Surabaya, *waste* ini terjadi pada rantai produksi area pengepakan. Yang terjadi pada rantai produksi tersebut yakni adanya jumlah *work-in-process* yang sangat banyak sehingga mengurangi jumlah *output* produk jadi yang seharusnya dapat dihasilkan. Sehingga, dampak yang disebabkan salah satunya adalah adanya *loss production* yang diakibatkan karena produk yang dihasilkan bukan *finished goods*, melainkan produk setengah jadi. Setiap aktivitas *non added value* yang terjadi pada perusahaan tidak mengindikasikan adanya transportasi yang berlebih, akan tetapi *waste* tersebut ada namun tidak berlebihan. Berikut merupakan hasil identifikasi *waste transportation* pada rantai produksi area pengepakan.

Tabel 4.2 Identifikasi *Waste Transportation* pada Rantai Produksi *WrappingArea*

No	Aktivitas <i>Non Value Added</i>	Dilakukan oleh-	Keterangan
1	<i> Holding -- Batch 5 Coil</i>	Operator 1	Saat Mesin Pengepakan dalam kondisi mati/ <i>downtime</i>
2	<i> Holding- WrappedCoil</i>	Operator 3, 4, 5, 6, 7	Saat kapasitas operator berkurang sedangkan mesin tetap berjalan
3	<i> Holding- Folding Box</i>	Operator 8	Saat operator menunggu jumlah <i> folding box</i> genap kelipatan 10

Pada tabel 4.2 diatas merupakan hasil identifikasi aktivitas-aktivitas *non value added* yang mengindikasikan bahwa adanya *waste transportation* pada rantai produksi tersebut. Dimana, aktivitas yang dilakukan tersebut menyebabkan adanya waktu transportasi untuk *work-in-process*. Namun adanya aktivitas transportasi tersebut tidak

berlebihan, sehingga dampak adanya *waste* ini tidak mempengaruhi performansi rantai produksi.

5. *Waiting/ Idle*

Pada PT XZ Surabaya, *waste* ini merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh perusahaan pada saat ini. Dimana, adanya *waiting* tersebut menyebabkan beberapa dampak. Salah satunya adalah adanya *loss production* atau produksi yang dilakukan tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan target yang telah ditentukan. Berikut merupakan penyebab adanya *waiting* yang terjadi pada rantai produksi *proses pengepakan*.

Tabel 4.3 Identifikasi *Waiting* pada Rantai Produksi

Area pengepakan

No	Jenis <i>Waiting</i>	Terjadi pada-
1	<i>Downtime machine</i>	<i>Oven</i>
2		Mesin Pengepakan
3	<i>Set-up time</i>	Mesin Pengepakan
4		<i>Counting</i>
5		Mesin Perekat
6	WIP (<i>work-in-process</i>)	<i>Packing Folding Box</i>
7	<i>Idle time</i>	Stasiun Kerja 1
8		Stasiun Kerja 2

Tabel 4.3 merupakan *waste waiting* yang terjadi pada rantai produksi, adanya *waiting* tersebut secara langsung mempengaruhi *output* yang dihasilkan dalam suatu proses produksi. Angka yang dihasilkan akibat dari adanya *waste* tersebut menunjukkan adanya tingkat pengaruh yang cukup besar. Sehingga dalam hal ini, perlu dilakukannya analisis secara detail terkait penyelesaian masalah tersebut.

6. *Unnecessary Motion*

Pada PT XZ Surabaya, *waste* ini terjadi pada rantai produksi, khususnya area pengepakan. Dalam hal ini, *waste* ini tentunya mempengaruhi secara langsung terhadap keberlangsungan proses produksi. Berikut merupakan data identifikasi *waste* untuk *unnecessary motion* pada rantai produksi area pengepakan.

Tabel 4.4 Identifikasi *Waste* untuk *Unnecessary Motion* pada Rantai Produksi Area pengepakan

No	Aktivitas <i>Unnecessary Motion</i>	Dilakukan oleh-	Keterangan
1	Melempar produk <i>defect</i> ke <i>defect box</i>	Operator 4, 5, 6	Jarak jangkauan cukup jauh
2	<i>Irregular activity</i>	Operator 3, 4, 5, 6	Meyapu lantai
		Operator 3, 4, 5, 6	Memilah <i>defect</i>
		Operator 3, 4, 5, 6	Memilah <i>coil holder</i>
		Operator 3 dan 4	Mengambil plastik <i>wrap</i> yg kosong
		Operator 1	Mendorong coil pada tray
3	Mendorong produk <i>folding box</i> yg terhambat	Operator 3 dan 4	Pada saat melewati <i>gravity conveyor</i>
4	Menghentikan produk sebelum Mfg. <i>printing</i>	Operator 5 dan 6	<i>Folding box</i> yg akan di <i>counting</i> tersendat
5	<i>Inconsistency activity</i>	Operator 2	Meletakkan <i>coil holder</i> , jumlah yg diletakkan pada <i>coil</i> tidak sama
		Operator 3, 4, 5, 6	Jumlah <i>holding folding box</i> yg dilakukan tidak merata

Berdasarkan tabel 4.4 tersebut, terdapat beberapa aktivitas yang mengindikasikan adanya gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk dilakukan oleh operator yang telah memiliki *regular activity*. Adanya aktivitas tersebut secara langsung akan berdampak pada kualitas serta performansi kerja pada tiap-tiap operator yang melakukan aktivitas

tersebut. Seperti, waktu kerja untuk *regular activity* terganggu dan menyebabkan *loss time* dalam melakukan aktivitas produksi yang merupakan aktivitas utama.

7. *Ineffective Process*

Pada PT XZ Surabaya, *waste* ini juga merupakan salah satu yang menjadi permasalahan pada rantai produksi area pengepakan. Berikut merupakan identifikasi *waste* untuk *ineffective process* pada rantai produksi area pengepakan.

Tabel 4.5 Identifikasi *Waste* untuk *Ineffective Process* pada Rantai Produksi Area pengepakan

No	Aktivitas <i>Ineffective Process</i>	Dilakukan oleh-	Keterangan
1	Pengulangan proses Mfg. <i>Printing</i>	Operator 5 dan 6	<i>Printing</i> tidak terlihat pada <i>folding box</i>
2	Pengulangan Proses Perekatan Karton <i>Sealer</i>	Operator 7	<i>Shipper machine</i> tidak merekatkan sisi karton secara maksimal
3	Pengambilan lembar <i>folding box</i> dalam jangka waktu relatif cepat	Operator 3, 4, 5, 6	Kapasitas tatakan <i>folding box</i> hanya 120 lembar
4	Membuka ikat <i>folding box</i>	Operator 3, 4, 5, 6	Waktu yang dibutuhkan untuk membuka ikat mengurangi waktu proses <i>packing folding box</i>
5	Pengulangan pengambilan material lebih dari 2x	Operator 7	Dilakukan satu per satu secara manual
6	Melipat ulang <i>folding box</i>	Operator 3, 4, 5, 6	Terdapat bagian yg tidak tertutup dengan rapat

Pada tabel 4.5 diatas, merupakan hasil identifikasi *waste* untuk *ineffective process* pada rantai produksi area pengepakan. Pada tabel 4.6 ditampilkan adanya beberapa aktivitas yang dilakukan operator secara

berulang-ulang. Sehingga, perlu dilakukannya perbaikan pada aktivitas tersebut agar aktivitas yang tidak efektif tersebut dapat dieliminasi. Karena akibat adanya aktivitas-aktivitas tersebut berdampak secara langsung terhadap waktu kerja tiap operator untuk melakukan operasi kerja masing-masing. Namun, *waste* ini tidak terlalu berpengaruh secara langsung terhadap rantai produksi yang bersangkutan.

4.1.1 Pemilihan Waste untuk Dilakukan Analisis

Pada sub sub-bab ini akan dijelaskan mengenai pemilihan *waste* sesuai dengan penilaian yang dilakukan secara subjektif oleh pihak perusahaan bagian produksi. Penilaian menggunakan skala skor, dimana skala yang digunakan telah disesuaikan dengan spesifikasi *waste* yang ada. Berikut merupakan pembobotan *waste* untuk kuesioner *seven waste*.

Tabel 4.6 Skala Penilaian Waste untuk Kuesioner Seven Waste

Jenis Waste	Skala	Keterangan
Defect	0	tidak terjadi <i>defect</i>
	1	<i>defect</i> terjadi di <i>own process step</i> yg mengakibatkan <i>minor rework</i>
	2	<i>defect</i> terjadi di <i>next process step</i> yg mengakibatkan <i>minor delay</i>
	3	<i>defect</i> terjadi di <i>later process step</i> yg membutuhkan <i>rework</i> atau berpotensi menimbulkan <i>reschedule</i>
	4	<i>defect</i> terjadi saat sebelum sampai ke <i>customer</i> atau <i>defect</i> yg membutuhkan <i>significant rework</i> , mengakibatkan keterlambatan pengiriman, dan membutuhkan <i>additional inspection</i>
	5	<i>defect</i> ditemukan oleh <i>customer</i> . Menimbulkan <i>warranty cost</i> , <i>admin cost</i> , dan berkurangnya reputasi

Tabel 4.6 Skala Penilaian *Waste* untuk Kuesioner *Seven Waste* (Lanjutan)

Jenis Waste	Skala	Keterangan
<i>Over production</i>	0	tidak terjadi <i>overproduction</i>
	1	<i>overproduction</i> memakan tempat (<i>space utilization</i>) tapi belum mengganggu <i>flow process</i>
	2	<i>overproduction</i> memakan tempat (<i>space utilization</i>) yg sudah mengganggu <i>flow process</i>
	3	<i>overproduction</i> mulai menimbulkan <i>inventory</i> yg memakan tempat dan mengganggu <i>flow process</i> , serta meningkatkan <i>inventory cost</i>
	4	<i>overproduction</i> memakan terlalu banyak bahan baku yg mengakibatkan terganggunya <i>flow process</i> produksi berikutnya
	5	<i>overproduction</i> menimbulkan kerusakan barang akibat barang terlalu lama di gudang penyimpanan
<i>Waiting/ Idle</i>	0	tidak terjadi <i>waiting</i> selama proses produksi
	1	terdapat <i>waiting</i> namun belum mengganggu proses produksi
	2	<i>waiting</i> mulai menyebabkan potensi bertambahnya <i>lead time</i> produksi
	3	<i>waiting</i> menyebabkan <i>poor workflow continuity</i> yg memperpanjang <i>lead time</i> produksi
	4	<i>waiting</i> menyebabkan <i>poor workflow and material flow</i> pada proses produksi dan menimbulkan keterlambatan pengiriman
	5	<i>waiting</i> menyebabkan keterlambatan pengiriman produk
<i>Transportation</i>	0	tidak terjadi transportasi berlebih
	1	terjadi transportasi berlebih namun belum mengganggu proses produksi
	2	transportasi berlebih mengakibatkan kualitas komunikasi (<i>poor communication</i>) antar bagian
	3	transportasi berlebih mengakibatkan konsumsi <i>floor space</i> yg lebih banyak
	4	meningkatkan waktu <i>work-in-process</i> yg mengakibatkan bertambahnya <i>lead time</i> produksi
	5	menimbulkan potensi kerusakan pada produk

Tabel 4.6 Skala Penilaian Waste untuk Kuesioner *Seven Waste* (Lanjutan)

Jenis Waste	Skala	Keterangan
Excess Inventory	0	tidak terjadi <i>unnecessary inventory</i>
	1	terdapat <i>inventory</i> yg tidak perlu namun belum mengganggu proses produksi dan tidak membutuhkan <i>extra inventory cost</i>
	2	menimbulkan <i>extra resource to manage</i>
	3	<i>inventory</i> yg tidak perlu mulai mengganggu proses produksi
	4	membutuhkan <i>extra storage space</i> dan menimbulkan potensi kerusakan barang
	5	membutuhkan <i>extra storage space</i> dan menimbulkan kerusakan barang yg tidak diketahui karena banyaknya <i>inventory</i>
Unnecessary Motion	0	tidak terdapat <i>unnecessary motion</i>
	1	terdapat gerakan yg tidak perlu namun belum mengganggu proses produksi
	2	terdapat gerakan diluar gerakan <i>production flow</i>
	3	terdapat gerakan diluar gerakan <i>production flow</i> dan berpotensi memperpanjang <i>leadtime</i> produksi
	4	<i>unnecessary motion</i> memperpanjang <i>leadtime</i> dan mengurangi produktivitas pekerja
	5	berpotensi menimbulkan cedera pada manusia
Ineffective Process	0	tidak terjadi <i>ineffective process</i>
	1	pengerjaan yg dilakukan berada dibawah atau diatas spesifikasi yg dibutuhkan namun efeknya tidak signifikan pada hasil <i>processing</i>
	2	pengerjaan yg dilakukan berada dibawah atau diatas spesifikasi yg dibutuhkan dan menimbulkan efek yg signifikan pada hasil <i>processing</i>
	3	<i>it consumes resource</i> - mengakibatkan konsumsi bahan baku yg lebih banyak
	4	<i>it increases production time</i> - mengakibatkan bertambahnya waktu produksi sehingga memperpanjang <i>lead time</i>
	5	<i>ineffective processing</i> menimbulkan <i>defect</i> atau menimbulkan kerusakan pada mesin produksi dan berpotensi menimbulkan bahaya pada manusia

Tabel 4.6 tersebut merupakan skala penilaian untuk pemilihan *waste* yang akan dilakukan pembahasan lebih detail pada subbab selanjutnya. Kuesioner tersebut akan diberikan kepada pihak perusahaan yang memegang bagian produksi, sehingga penilaian tersebut sesuai dengan kondisi yang diketahui oleh

pihak produksi. Dengan demikian, validasi data penilaian tersebut dapat dikatakan *valid*. Berikut merupakan skor hasil penilaian dari kepala bagian produksi.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Kuesioner *Seven Waste*

No	Jenis Waste	Skor
1	<i>Defect</i> (Produk Cacat)	2
2	<i>Overproduction</i> (Produksi Berlebihan)	1
3	<i>Waiting/ Idle</i> (Menunggu)	2
4	<i>Excess Transportation</i> (Transportasi Berlebih)	0
5	<i>Excess Inventory</i> (Persediaan yg Berlebih)	1
6	<i>Unnecessary Motion</i> (Gerakan yg Tidak Perlu)	2
7	<i>Ineffective Process</i> (Proses yg Tidak Efektif)	1

Berdasarkan hasil rekapitulasi kuesioner yang telah didapatkan skor berdasarkan penilaian tiap *waste* sesuai klasifikasi masing-masing, bahwa terdapat beberapa *waste* yang terjadi selama proses produksi pada area pengepakan. Berikut merupakan analisa *waste* yang terjadi berdasarkan hasil kuesioner *seven waste*.

Tabel 4.8 Analisa Hasil Penilaian *Waste* berdasarkan Kuesioner

Jenis Waste	Skor	Penjelasan
<i>Defect</i>	2	<i>Defect</i> terjadi pada <i>next process step</i> . Hal tersebut menyebabkan <i>minor delay</i> , dimana <i>defect</i> yg terjadi menyebabkan adanya keterlambatan tidak terlalu lama. Sehingga tidak mengganggu jalannya produksi secara signifikan
<i>Overproduction</i>	0	Tidak terjadi <i>overproduction</i>
<i>Waiting/ Idle</i>	2	<i>Waiting</i> yg terjadi mulai menyebabkan potensi bertambahnya <i>lead time</i> produksi. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah produksi yg berkurang akibat adanya <i>waste</i> tersebut
<i>Transportation</i>	0	Tidak terjadi transportasi berlebih
<i>Excess Inventory</i>	1	Terdapat <i>inventory</i> yg tidak perlu namun belum mengganggu proses produksi dan tidak membutuhkan <i>extra inventory cost</i> . <i>Waste</i> ini terjadi pada rantai produksi, namun hanya pada kondisi terjadi penyimpanan produk berlebih

Tabel 4.8 Analisa Hasil Penilaian *Waste* berdasarkan Kuesioner (Lanjutan)

Jenis <i>Waste</i>	Skor	Penjelasan
<i>Unnecessary Motion</i>	2	Terdapat gerakan diluar gerakan <i>production flow</i> . Adanya <i>waste</i> ini menyebabkan kurang optimalnya aktivitas yg dilakukan pada lantai produksi, sehingga dapat menyebabkan bertambahnya <i>lead time</i> produksi.
<i>Ineffective Process</i>	1	Pengerjaan yg dilakukan berada dibawah atau diatas spesifikasi yg dibutuhkan namun efeknya tidak signifikan pada hasil <i>processing</i> . <i>Waste</i> ini juga akan menyebabkan bertambahnya <i>lead time</i> produksi, karena terdapat pengulangan terhadap aktivitas produksi yg dilakukan

Berdasarkan hasil skor penilaian yang didapatkan dari kuesioner, dapat disimpulkan bahwa *waste* yang paling memiliki skor paling tinggi yakni *waste product defects*, *waiting* dan *unnecessary motion*. Analisis yang dilakukan terhadap *waste* yang ada, fokus kepada produk cacat. Hal tersebut dikarenakan adanya kebutuhan dari perusahaan untuk melakukan evaluasi terhadap produk cacat yang mengakibatkan output produksi kurang dari target produksi.

4.2 Pembuatan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Pada subbab ini dilakukan pembuatan *fault tree analysis* (FTA) untuk mendapatkan akar penyebab dari permasalahan adanya *waste defect*. Adapun pengelompokan jenis *defect* yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya yang terdapat pada proses pengepakan PT XZ Surabaya. Namun jenis *defect* yang akan digunakan yakni klasifikasi produk cacat pada *double coil* yang memiliki jenis cacat patah, berantakan, dan lembab. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pembuatan *fault tree* yang digunakan untuk melakukan analisis terhadap jenis cacat tersebut.

1. Menentukan Tujuan yang akan Dicapai

Tujuan yang dicapai adalah mengetahui penyebab-penyebab permasalahan terhadap produk cacat dengan klasifikasi produk *double coil*. Dengan adanya

tujuan ini, akan didapatkan akar penyebab dari permasalahan sehingga dapat dilakukan analisis serta evaluasi perbaikan.

2. Menentukan *Top Event*

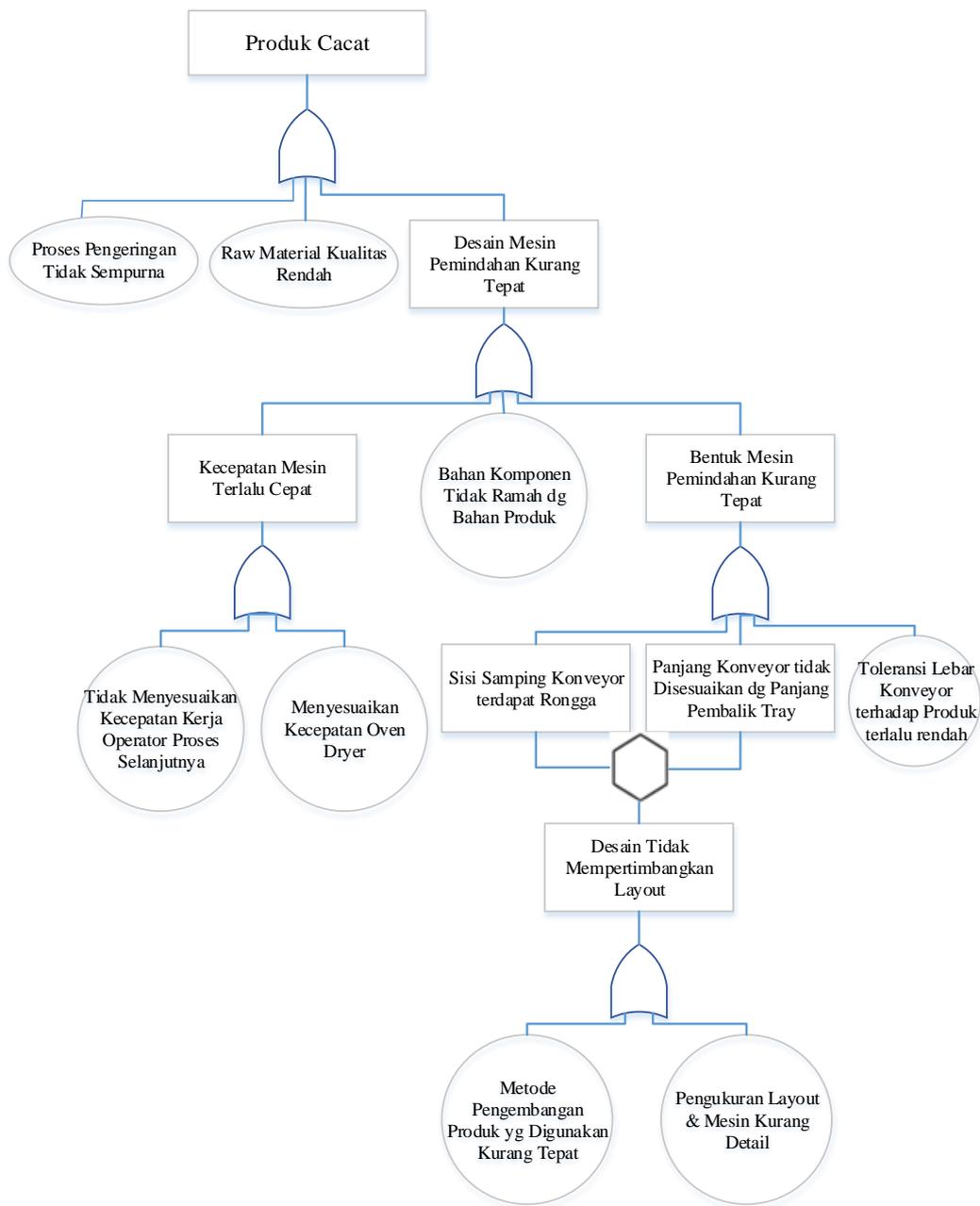
Dalam penelitian ini, *top event* yang ditentukan yakni adanya penggunaan jenis konveyor yang kurang tepat, dan proses pengeringan produk yang tidak sempurna. Dalam hal ini, yang selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan *fault tree* hanya pada *top event* adanya penggunaan jenis konveyor yang kurang tepat. Hal tersebut dikarenakan agar lebih mengerucut hal-hal yang akan dianalisis sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

3. Menentukan Batasan

Identifikasi penyebab dari ketiga *top event* akan disesuaikan dari hasil pengamatan secara langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan, khususnya departemen yang terkait.

4. Pembuatan Model Grafis FTA

Pembuatan *fault tree* dimulai dari *top event*, dan dilanjutkan dengan *intermediate event* dan *basic event*. Berikut merupakan gambar dari *fault tree* dari penggunaan jenis konveyor yang kurang tepat (*top event 1*).



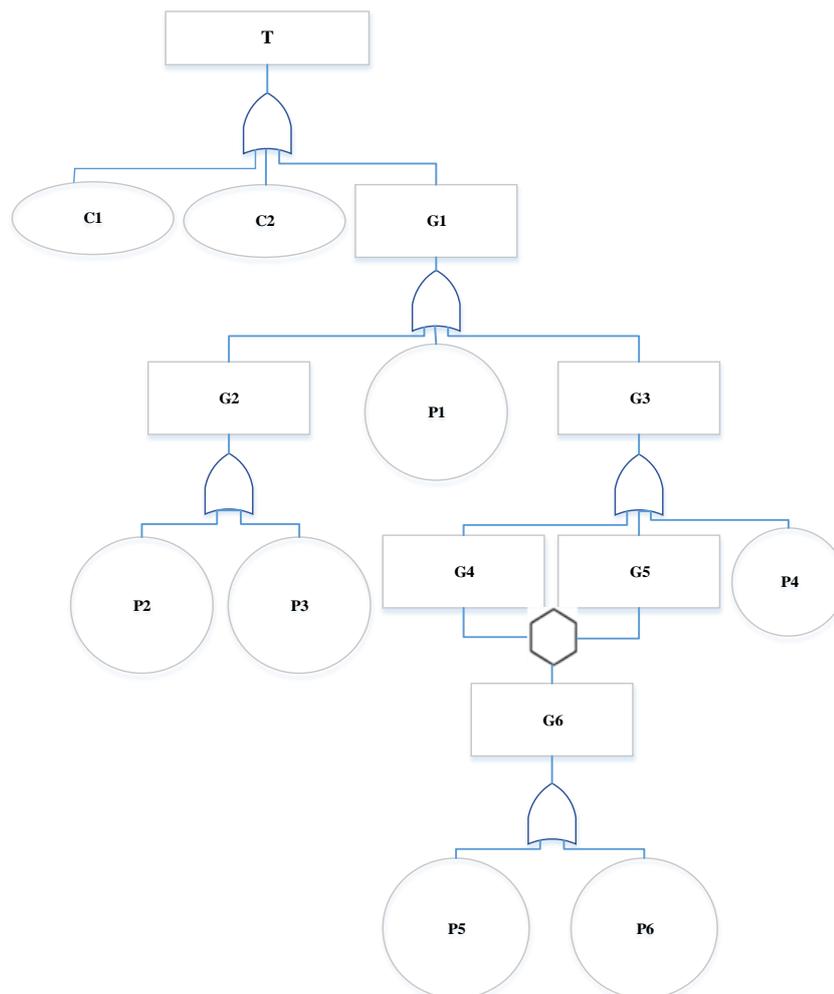
Gambar 4.1 *Fault Tree* dari Produk Cacat

Dari hasil pembuatan *fault tree* tersebut nantinya akan dilakukan analisa secara kualitatif pada bab selanjutnya. Untuk memudahkan melakukan analisis maka akan dicari *minimal cut set*. Setelah didapat *minimal cut set*, analisis kualitatif sehingga didapatkan kegagalan-kegagalan yang mengarah langsung pada terjadinya *top event*.

Cut set adalah himpunan dari basic event dimana jika semua *basic event* tersebut muncul, akan terjadi *top event*. Sedangkan minimal *cut set* merupakan himpunan kombinasi terkecil dari *basic event* dimana jika *basic event* tersebut terjadi akan menyebabkan terjadinya *top event*(Wulandari, 2011). Berikut merupakan permisalan pada tiap-tiap gerbang dan kejadian.

- Misalnya: T adalah *top event*
- P adalah *primary event (basic event)*
- G adalah *intermediate event*
- C adalah *conditioning event*

Jika digambarkan sesuai dengan *fault tree* yang telah dibuat dapat terlihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.2 *Fault Tree* dengan Permisalan

Dimana:

- T = produk cacat (*top event*)
- P1 = bahan komponen tidak ramah dengan bahan produk
- P2 = tidak menyesuaikan kecepatan kerja operator proses selanjutnya
- P3 = menyesuaikan kecepatan *oven dryer*
- P4 = toleransi lebar konveyor terhadap lebar produk terlalu rendah
- P5 = metode pengembangan produk yang digunakan kurang tepat
- P6 = pengukuran *layout* & mesin kurang detail
- G1 = desain mesin pemindahan kurang tepat
- G2 = kecepatan mesin terlalu cepat
- G3 = bentuk mesin pemindahan kurang tepat
- G4 = sisi samping konveyor terdapat rongga
- G5 = panjang konveyor tidak disesuaikan dg panjang pembalik Tray
- G6 = desain tidak mempertimbangkan *layout*
- C1 = proses pengeringan tidak sempurna
- C2 = *raw material* kualitas rendah

Dari gambar tersebut diatas didapatkan persamaan Booleannya:

- T = C1+C2+G1
- G1 = G2+P1+G3
- G2 = P2+P3
- G3 = G4+G5+P4
- G4 = G5+G6
- G5 = G4+G6
- G6 = P5+P6

Dengan menggunakan pendekatan dari atas kebawah, didapatkan:

- T = C1+C2+G1 (karena G1=G2+P1+G3)
- = P1+G2+G3+C1+C2 (karena G2=P2+P3, G3=G4+G5+P4)
- = P1+P2+P3+P4+G4+G5+C1+C2
- (karena G4=G5+G6, G5=G4+G6)

$$= P1+P2+P3+P4+G6+C1+C2 \text{ (karena } G6=P5+P6)$$

Maka minimal *cutset* dari Gambar 4. Adalah {P1}, {P2}, {P3}, {P4}, {G6}, {C1}, {C2}. Untuk tahap selanjutnya akan dilakukan analisis secara kualitatif yang akan dijelaskan sesuai dengan hasil dari perhitungan minimal *cutset*. Dari hasil yang didapatkan dari persamaan Boolean, akan diketahui berapa banyak kejadian yang secara langsung dapat menyebabkan *top event* terjadi, maka *basic event* akan diperhatikan terlebih dahulu. Sehingga, adanya cacat produk dalam proses pemindahan produk *Tray Conveyor* terjadi dikarenakan terjadinya kejadian berikut. Bahan komponen tidak ramah dengan bahan produk, tidak menyesuaikan kecepatan kerja operator proses selanjutnya, menyesuaikan kecepatan *oven dryer*, toleransi lebar konveyor terhadap lebar produk terlalu, proses pengeringan tidak sempurna, dan *raw material* kualitas rendah.

4.3 Pengumpulan Data dengan Kuesioner

Pada subbab ini dilakukan identifikasi kebutuhan konsumen atau responden terhadap Tray A (mesin terdahulu) dan Tray B (mesin dalam masa percobaan), serta ekspektasi untuk rancangan Tray C (desain baru). Identifikasi dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner, dimana dengan menggunakan media penyebaran kuesioner untuk mengetahui atribut yang dibutuhkan oleh konsumen dan tingkat kepentingan dari masing-masing atribut sehingga dapat digunakan dalam fase pengembangan *Tray Conveyor*.

4.3.1 Identifikasi Voice of Customer dan Atribut

Pada sub sub-bab ini dijelaskan mengenai hasil identifikasi yang telah dilakukan dengan penyebaran kuesioner. Kuesioner yang disebarkan terdiri dari dua, yaitu kuesioner *voice of user* dan *voice of customer*. *Voice of user* merupakan kuesioner yang disebarkan kepada karyawan produksi sebagai responden yang merupakan pengguna dari mesin *Tray Conveyor* A dan B. Sedangkan *voice of customer* merupakan kuesioner yang disebarkan kepada karyawan departemen kualitas sebagai responden yang berperan secara tidak langsung seperti halnya konsumen, dimana melihat produk yang baik adalah produk yang berkualitas

(sesuai dengan keinginan konsumen).Setelah kuesioner dibuat dan disebarakan kepada responden, berikut merupakan hasil penentuan atribut berdasarkan aktivitas *brainstorming* dengan karyawan terkait dan responden yang bersangkutan. Adapun lampiran kuesioner yang telah dibuat, dilampirkan pada Lampiran 1 dan Lampiran 2.

Tabel 4.9 Rekap Hasil Penentuan Atribut

No	Pendapat User	Atribut
1	User membutuhkan mesin <i>Tray Conveyor</i> yang dapat bekerja sesuai dengan kemampuannya	Performansi
2	User ingin mesin <i>Tray Conveyor</i> mudah untuk dioperasikan	Performansi
3	Perusahaan ingin mesin <i>Tray Conveyor</i> yang tidak terlalu banyak menghasilkan produk cacat	Performansi
4	User membutuhkan mesin <i>Tray Conveyor</i> yang memiliki dimensi sesuai dengan mesin pada proses selanjutnya	Kesesuaian dengan <i>Layout</i>
5	Perusahaan membutuhkan mesin <i>Tray Conveyor</i> yang mudah diperbaiki dan mudah dirawat	Reparasi
6	Perusahaan ingin mesin <i>Tray Conveyor</i> yang tahan lama pemakaiannya	Daya Tahan

4.3.2 Data Kuesioner

Pada subbab 4.3.2 ditampilkan data hasil rekap kuesioner yang disebarakan kepada operator sebagai *user* dan kepada karyawan departemen kualitas sebagai *customer*. Responden dari kuesioner penelitian ini dilakukan pemilihan sesuai dengan kebutuhan, dimana terdapat karyawan produksi sebagai *user* sebanyak 15 orang dan terdapat karyawan departemen kualitas sebanyak 10 orang. Oleh karena perusahaan hanya mengizinkan melakukan penyebaran kuesioner tidak terlalu banyak karena dapat mengganggu jalannya proses produksi, maka jumlah tersebut dianggap cukup. Kuesioner yang disebarakan baik

kepada karyawan produksi maupun karyawan departemen kualitas terlampir pada Lampiran 1 dan Lampiran 2.

4.3.2.1 Rekap Data Kuesioner Voice of User

Sub sub-bab 4.3.2.1 akan ditampilkan rekap data hasil penyebaran kuesioner *voice of user*, dengan responden karyawan produksi.

4.4 QFD Level 1 (*Technical Requirements*)

Pada subbab 4.4 akan ditampilkan terkait pengolahan data yang telah didapatkan dengan menggunakan QFD level 1. *Output* dari QFD level 1 yakni *target value* masing-masing dari respon teknis.

4.4.1 Penentuan Kepentingan Atribut

Pada sub sub-bab ini akan dijelaskan terkait penentuan kepentingan atribut sebagai data awal dari pengolahan data menggunakan QFD level 1. Tujuan adanya penentuan kepentingan atribut ini adalah untuk mengetahui tingkat kepentingan atribut menurut pengguna *Tray Conveyor* maupun menurut konsumen (*customer requirements*).

Tabel 4.10 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut berdasarkan *Voice of User*

No	Atribut	Responden															RII
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Mudah Digunakan(Performansi)	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3	4	5	4	4	4	4.53
2	Kecepatan Mesin(Performansi)	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	3	4.60
3	Bentuk Mesin(Kesesuaian dg Layout)	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	2	4	3	4	4	4.07
4	Jumlah Produk Cacat Sedikit(Defect Rate)	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.87

Tabel 4.11 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut berdasarkan *Voice of User* (Lanjutan)

No	Atribut	Responden															RII
5	Mudah dalam Perawatan(Perawatan/Reparasi)	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4.73
6	Umur Pakai Mesin(Daya Tahan)	5	5	4	4	3	3	5	5	4	5	4	4	3	5	5	4.27
7	Komponen yg Sederhana(Fitur)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4.13
8	Kapasitas Mesin/ Volume Produk(Performansi)	5	5	5	4	4	5	5	5	3	5	4	4	2	4	4	4.27

Dari hasil penentuan tingkat kepentingan atribut berdasarkan *voice of user*, didapatkan rata-rata terbesar yakni atribut jumlah produk cacat sedikit yang termasuk dalam kategori performansi mesin *Tray Conveyor*. Hal ini dikarenakan karyawan produksi merasakan secara langsung dampak dari jumlah produk cacat terhadap output produksi setiap *shift* nya, sehingga atribut tersebut merupakan salah satu atribut terpenting menurut karyawan produksi. Dikarenakan adanya produk cacat juga menyebabkan penambahan proses untuk menangani produk cacat tersebut. Adapun rekap data tingkat kepentingan atribut berdasarkan *voice of customer* yang ditampilkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.12 Rekap Hasil Penentuan Kepentingan Atribut berdasarkan *Voice of Customer*

No	Atribut	Responden										RII
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Availabilitas	5	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4.20
2	Kesesuaian dg <i>Layout</i>	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.80
3	Kecepatan Mesin	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.90
4	Kapasitas Mesin	4	5	4	4	3	4	3	4	4	4	3.90
5	Daya Tahan Mesin	4	5	4	3	4	5	4	4	3	4	4.00
6	Kemudahan Perawatan	5	5	4	4	5	3	4	5	4	5	4.40
7	<i>Defect Rate</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00

Dari hasil penentuan tingkat kepentingan atribut berdasarkan *voice of user*, didapatkan rata-rata terbesar yakni atribut *defect rate* (jumlah produk cacat) yang termasuk dalam kategori performansi mesin *Tray Conveyor*. Hal ini dikarenakan karyawan departemen kualitas yang diposisikan sebagai konsumen

ingin mendapatkan produk yang memiliki kualitas baik atau sesuai dengan keinginan konsumen, disisi lain nilai rata-rata terendah didapatkan pada atribut kapasitas mesin karena konsumen tidak memprioritaskan kapasitas mesin dari perusahaan. Yang diinginkan konsumen hanyalah produk jadi sesuai dengan keinginannya.

4.4.2 Evaluasi Tray Conveyor A dan Tray Conveyor B

Pada subbab 4.4.2 akan dilakukan evaluasi terhadap mesin *Tray Conveyor A* (mesin terdahulu) dan mesin *Tray Conveyor B* (mesin dalam percobaan) yang dilakukan melalui *benchmarking*. Aktivitas *benchmarking* dilakukan untuk membandingkan antara mesin *Tray Conveyor A* dan *Tray Conveyor B* serta rancangan desain *Tray Conveyor C* (desain baru). Berikut merupakan hasil identifikasi kelebihan dan kekurangan dari *Tray Conveyor A* dan *Tray Conveyor B*.

4.4.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Tray Conveyor A

Kelebihan dan kekurangan yang akan dijelaskan pada sub sub-bab ini merupakan hasil identifikasi secara mandiri melalui pengamatan dan hasil dari wawancara kepada pihak perusahaan yang memiliki bagian kerja terkait topik dari penelitian ini. Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan dari *Tray Conveyor A* (mesin terdahulu).

Tabel 4.13 Kelebihan dan Kekurangan *Tray Conveyor A*

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Menggunakan jenis konveyor <i>belt</i> (bahan karet sintetis yang kuat)	Tidak dapat mengatasi gerakan naik yg memiliki sudut > 45°
2	Menggunakan bahan penyangga yg kuat, berbahan besi yg dilapisi	Masih berpotensi mengalami proses korosi maupun munculnya karat di sisi besi

Tabel 4.14 Kelebihan dan Kekurangan *Tray Conveyor A* (Lanjutan)

No	Kelebihan	Kekurangan
----	-----------	------------

3	Biaya investasi < 100 juta rupiah	Memiliki <i>defect rate</i> sangat tinggi > 200 kg/ hari
4	Memiliki siklus kontinyu (loop) dengan arah pergerakan maju untuk memindahkan produk	Biaya operasional tinggi > 15 juta rupiah per tahun
5	Terdapat panel kontrol yang mudah digunakan oleh operator	Menggunakan komponen yg kurang praktis, terdapat 2 <i>belt conveyor</i> untuk pemindahan produk
6		Menggunakan 3 buah motor penggerak mesin konveyor
7		Kecepatan terlalu cepat, tidak menyesuaikan kemampuan operator pada proses selanjutnya
8		Membutuhkan waktu pembersihan dalam jangka waktu yg relatif cepat
9		Serpihan & patahan produk cacat susah dibersihkan

Berdasarkan hasil identifikasi kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh *Tray Conveyor A* akan membantu melakukan penentuan perbaikan yang harus dilakukan sehingga dapat mengeliminasi kekurangan dan menonjolkan kelebihan.

4.4.2.2 *Kelebihan dan Kekurangan Tray Conveyor B*

Kelebihan dan kekurangan yang akan dijelaskan pada sub sub-bab ini merupakan hasil identifikasi secara mandiri melalui pengamatan dan hasil dari wawancara kepada pihak perusahaan yang memiliki bagian kerja terkait topik dari penelitian ini, sama halnya dengan sub sub-bab sebelumnya. Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan dari *Tray Conveyor B* (mesin dalam masa percobaan).

Tabel 4.15 Kelebihan dan Kekurangan *Tray Conveyor B*

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Memiliki prinsip yang sama dg jenis konveyor <i>belt</i> (tidak menggunakan bahan karet sintetis yg sama)	Dapat mengatasi gerakan naik dg sudut > 45° namun belum maksimal (masih ada potensi produk terjatuh akibat sudut tersebut)
2	Bahan penyangga anti karat, menggunakan bahan <i>stainless steel</i>	Membutuhkan aktivitas perawatan secara khusus, agar tetap kuat sebagai penyangga konveyor
3	Memiliki siklus kontinyu (loop) dengan arah pergerakan maju untuk memindahkan produk	Memiliki <i>defect rate</i> yg cukup tinggi > 100 kg/ hari
4	Terdapat panel kontrol yang mudah digunakan oleh operator	Biaya investasi tinggi > 100 juta rupiah
5	Menggunakan komponen yg praktir, terdapat 1 bagian konveyor untuk pemindahan produk	Terdapat komponen yg tidak didesain secara rapat menimbulkan potensi cacat pada produk
6	Menggunakan 2 buah motor penggerak mesin konveyor	Serpihan & patahan produk cacat susah dibersihkan
7	Biaya operasional < 10 juta rupiah per tahun	Kecepatan mesin konveyor membuat operator pada proses produksi selanjutnya mengalami kesusahan
8		Produk yg berada diatas konveyor tidak rapih, sehingga operator proses selanjutnya tidak dapat bekerja secara efisien
9		Lebar konveyor yg terlalu <i>fit to product</i> , berpotensi tinggi menyebabkan produk keluar dari atas konveyor

Dari hasil penjelasan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh mesin *Tray Conveyor A* maupun *Tray Conveyor B*, maka tahap selanjutnya yakni melakukan evaluasi dan penyesuaian untuk tahap pengembangan. Dengan adanya informasi terkait kelebihan dan kekurangan serta evaluasi dari kedua hal tersebut dapat memudahkan proses perancangan desain mesin *Tray Conveyor C* (desain baru) yang dapat menjawab *voice of user* dan *voice of customer*. Berikut merupakan hasil penilaian evaluasi mesin *Tray Conveyor* berdasarkan atribut

voice of user dan *voice of customer*. Dalam hal ini, atribut dari *voice of user* dan *voice of customer* digabungkan sesuai dengan hasil klasifikasi.

Keterangan :

- 1 : *Considerably Weaker* ● *Tray Conveyor A*
- 2 : *Slightly Weaker* ● *Tray Conveyor B*
- 3 : *Slightly Stronger* ● *Tray Conveyor C*
- 4 : *Considerably Stronger*

Tabel 4.16 Penilaian Evaluasi Mesin *Tray Conveyor*

No	Atribut	Benchmarking			
		1	2	3	4
1	Performansi		●	●	●
2	Fitur	●		●	●
3	Kesesuaian dg <i>Layout</i>		●	●	●
4	Availabilitas		●	●	●
5	<i>Defect Rate</i>	●	●		●
6	Perawatan/ Reparasi	●	●		●
8	Ketahanan Mesin		●	●	●

Tabel 4.14 tersebut diatas merupakan hasil dari penilaian tiap *Tray Conveyor*, dimana untuk ketiga konveyor tersebut penilaian didapatkan berdasarkan hasil kuesioner. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *evaluation score*, *target value*, *Important Rate (IR)*, *Relative Important Index(RII)*, dan akan didapatkan bobot dari masing-masing atribut pada mesin *Tray Conveyor A*, *B* dan *C*. Berikut merupakan rekap hasil perhitungan *benchmarking* tiap atribut

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan *Benchmarking* tiap Atribut

No	Atribut	Benchmarking				Evaluation Score	Target Value	IR	RII	Weight	%Weight
		1	2	3	4	A	B	C = B/A	D	E = C.D	
1	Performansi					3	4	1,33	4,44	5,920	0,125
2	Fitur					3	4	1,33	4,13	5,507	0,116
3	Kesesuaian dg <i>Layout</i>					2	3	1,50	4,43	6,645	0,140
4	Availabilitas					3	3	1,00	4,20	4,200	0,088
5	<i>Defect Rate</i>					2	4	2,00	4,93	9,860	0,208
6	Perawatan/ Reparasi					2	4	2,00	4,57	9,140	0,192
7	Ketahanan					2	3	1,50	4,14	6,210	0,131
TOTAL										47,48	1

Benchmarking yang dilakukan pada tahap ini merupakan perbandingan antara 3 mesin Tray, yakni Tray A (merah), Tray B (kuning), dan Tray C (biru). Evaluation score didapatkan dari perbandingan antara Tray B dan Tray C, dikarenakan pada saat ini pihak perusahaan ingin mendapat masukan yang didasarkan oleh Tray B masih dalam tahap percobaan. Sehingga desain perbaikan yang akan dilakukan lebih mengarah kepada perbaikan dari Tray B. Selain itu, Tray A sudah disepakati tidak akan digunakan kembali. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai RI untuk atribut performansi.

$$\begin{aligned}
 \text{Evaluation score} &= 3 \\
 \text{Target value} &= 4 \\
 \text{IR} &= (\text{target value}) / (\text{evaluation score}) \\
 &= \frac{3}{4} \\
 &= 1,33
 \end{aligned}$$

Nilai *weight* didapatkan melalui perkalian IR dan RII, dimana RII didapatkan dari pembobotan tiap atribut yang ditampilkan pada Tabel 4.13. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *weight* atribut performansi.

$$\begin{aligned}
 \text{IR} &= 1,33 \\
 \text{RII} &= 4,44 \\
 \text{IR} &= \text{IR} \times \text{RII} \\
 &= 1,33 \times 4,44 \\
 &= 5,920
 \end{aligned}$$

Untuk nilai % *weight* didapatkan dari hasil pembagian *weight* satu atribut dibagi dengan total *weight*. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan % *weight* atribut performansi.

$$\begin{aligned} \% \text{Weight}_{(\text{performansi})} &= (\text{weight}) / (\text{total weight}) \times 100\% \\ &= (5,920) / (47,48) \times 100\% \\ &= 0,125 \end{aligned}$$

4.4.3 *Technical Requirement Attribute*

Pada subbab 4.4.3 ini akan ditampilkan hasil penentuan dari *technical requirements* dari atribut mesin *Tray Conveyor*. *Technical requirements* adalah respon yang digunakan untuk memenuhi serta menjawab masing-masing atribut yang telah ditentukan. Berikut merupakan *technical requirements* pada masing-masing atribut.

Tabel 4.18 *Technical Requirements Attribute*

No	Sistem	Technical Requirements
A1	Sistem Pemindahan Produk	Kecepatan Mesin
A2		Dimensi Mesin
A3		Komponen Mesin Pemindahan
A4		Mekanisme Mesin
A5		Desain Mesin
A6		Material Mesin

Penentuan *technical requirements* berdasarkan atribut tersebut diatas merupakan hasil dari penentuan secara subjektif berdasarkan pengamatan serta melakukan *benckmarking* dengan karyawan produksi maupun karyawan departemen kualitas.

4.4.4 *Matriks Hubungan Technical Requirements dengan Customer Requirements*

Pada subbab 4.4.4 akan dilanjutkan pada tahap selanjutnya yakni penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan *customer requirements*. Penentuan hubungan dilakukan dengan menggunakan matriks

House of Quality melalui *brainstorming*. Penilaian yang digunakan untuk penentuan hubungan menggunakan simbol-simbol sebagai berikut.

Tabel 4.19 Simbol-Simbol dalam Matriks *House of Quality*

Simbol	Keterangan	Bobot Nilai
	Tidak ada hubungan	0
▲	Ada kemungkinan terjadi hubungan antara keduanya	1
●	Hubungan yang terjadi biasasaja	3
◎	Ada hubungan yang kuat	9

Berikut merupakan hasil dari penentuan hubungan dalam bentuk matriks *house of quality* antara *technical requirements* dan atribut-atribut yang dihasilkan dari kuesioner.

			X1	X2	X3	X4	X5	X6
			Technical Requirements					
Keterangan Hubungan			Sistem Pemindahan Produk					
◎	Kuat	Customer Importance	Kecepatan Mesin	Dimensi Mesin	Komponen Mesin Pemindahan	Mekanisme Mesin	Desain Mesin	Material Mesin
●	Sedang							
▲	Lemah							
	Tidak ada hubungan							
Customer Requirements	Performansi	5,92	◎	▲		◎		▲
	Fitur	5,5067			◎		●	
	Kesesuaian dg Layout	6,645		◎				
	Availabilitas	4,2	▲			▲	●	
	Defect Rate	9,86	◎	●	●		◎	▲
	Perawatan Reparasi	9,14			●		●	●
	Ketahanan	6,21					▲	◎

Gambar 4.3 Matriks Hubungan antar *Technical Requirements* dan Atribut dalam *Customer Requirements*

Setelah menentukan hubungan pada matriks tiap atribut, kemudian melakukan perhitungan peringkat kepentingan. Perhitungan peringkat

kepentingan dilakukan dengan merubah simbol-simbol menjadi nilai bobot yang sudah ditentukan, detail hasil perhitungan pada matriks QFD Lampiran 3.

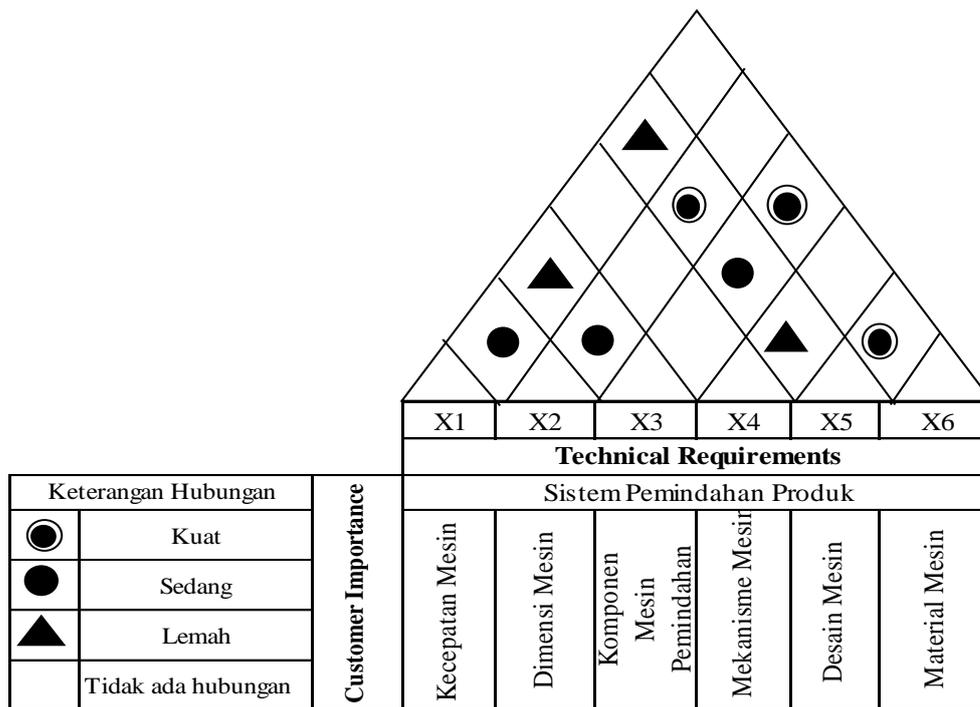
4.4.5 Hubungan Interaksi antara Technical Requirements

Pada tahap selanjutnya setelah menentukan hubungan pada tiap atribut yang dijelaskan dalam gambar matriks yaitu, melakukan penilaian hubungan antar *technical requirement*. Penentuan nilai hubungan dalam hal ini dilakukan dengan cara *benchmarking* kepada departemen produksi dan kualitas. Berikut merupakan kategori yang digunakan dalam melakukan penilaian hubungan dalam matriks.

Tabel 4.20 Kategori Penilaian Hubungan dalam Matriks

Simbol	Keterangan	Fungsi
	Tidak ada hubungan	Digunakan untuk menilai tidak ada keterkaitan dan dampak pada peningkatan dan penurunan faktor terkait
	Ada kemungkinan terjadi hubungan antara keduanya	Digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus, namun memiliki dampak lemah terhadap peningkatan dan penurunan pada faktor terkait
	Hubungan yang terjadi biasasaja	Digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus, namun memiliki dampak sedang terhadap peningkatan dan penurunan pada faktor terkait
	Ada hubungan yang kuat	Digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus dan memiliki dampak kuat terhadap peningkatan dan penurunan pada faktor terkait

Dengan menggunakan kategori tersebut diatas didapatkan penilaian dari masing-masing atribut yang saling berhubungan, ditampilkan pada gambar matriks hubungan antar *technical requirements* sebagai berikut.



Gambar 4.4 Matriks Hubungan antar *Technical Requirements*

Pada Gambar 4.4 tersebut diatas terlihat adanya hubungan antar *technical requirements*, sehingga didapatkan *technical requirement* yang memiliki keterkaitan kuat, sedang, lemah dan tidak ada keterkaitan. Untuk tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan menentukan nilai kepentingan tiap atribut.

4.4.6 Penilaian Peringkat Kepentingan pada Matriks QFD Level 1

Pada subbab 4.4.6 ini akan dilakukan pengolahan data untuk menyusun QFD level 1. Pengolahan data berawal dari penilaian terhadap tingkat hubungan antara *technical requirements* dan *customer requirements*. Penilaian tersebut akan digunakan untuk menentukan *raw score*, *weight*, *%weight*, dan *importance rank* yang ditunjukkan pada hasil perhitungan sebagai berikut.

Keterangan Hubungan		Customer Importance	Technical Requirements					
			Sistem Pemindahan Produk					
●	Kuat		Kecepatan Mesin	Dimensi Mesin	Komponen Mesin Pemindahan	Mekanisme Mesin	Desain Mesin	Material Mesin
●	Sedang							
▲	Lemah							
Tidak ada hubungan								
Customer Requirements	Performansi	5,92	9	1		3		1
	Fitur	5,5067			9		3	
	Kesesuaian dg Lay out	6,645		9				
	Availabilitas	4,2	1			1		
	Defect Rate	9,86	9	3	3		9	1
	Perawatan Reparasi	9,14			3		3	3
	Ketahanan	6,21					1	9
Raw Score			146,22	95,305	106,56	21,96	138,89	99,09
Weight			0,24048	0,15675	0,17526	0,03612	0,22843	0,16297
% Weight			24%	16%	18%	4%	23%	16%
Importance Rank			1	5	3	6	2	4

Gambar 4.5 Matriks Nilai Hubungan *Customer Requirements* dan *Technical Requirements*

Berdasarkan hasil penilaian hubungan antara *technical requirements* dan *customer requirements* yang ditampilkan dengan menggunakan matriks pada Gambar 4.5. Jika dilihat dari hasil perhitungan *raw score*, *weight*, *%weight*, dan *importance rank* yang ditunjukkan pada hasil perhitungan tersebut diatas, didapatkan nilai kepentingan yang diprioritaskan untuk proses pengembangan produk yaitu kecepatan dari mesin *Tray Conveyor*. Dalam hal ini bukan hanya kecepatan mesin yang dijadikan prioritas utama untuk melakukan proses pengembangan produk (mesin *Tray Conveyor*), namun terdapat desain mesin dan komponen dari mesin *Tray Conveyor*.

4.4.7 Pengembangan *Technical Requirements*

Setelah menentukan QFD level 1, selanjutnya melakukan pengembangan dari *technical requirements*. Tahap ini dilakukan dengan memberikan *target value*

sebagai acuan dari tiap respon teknis. Berikut merupakan hasil pengembangan *technical requirements*.

Tabel 4.21 Pengembangan *Technical Requirements* pada tiap *Customer Requirements*

No	Technical Requirement	Customer Requirement	Detail	Target Perbaikan	Target Value
1	Sistem Pemindahan Produk	Performansi	Kecepatan pemindahan	↑↓	± 0.7 m/s
			Mudah digunakan	↓	Set-up time < 3 menit
			Kapasitas mesin/ volume produk	↑↓	± 210 produk/ jam
		Fitur	Komponen sederhana	↓	Mengurangi bagian konveyor sehingga tidak terlalu panjang
		Kesesuaian dg Layout	Bentuk mesin sesuai layout	=	Panjang = 318.5 cm
				=	Lebar = 125 cm
		Availabilitas	Lama penggunaan per hari	↑↓	± 7 jam/ shift = ± 21 jam
		Defect Rate	Jumlah produk cacat	↓	110 kg/ hari
		Kemudahan Perawatan	Dimensi mesin memudahkan operator	↓	Antropometri D13= 51.4 cm
				↓	Antropometri D24= 68.44 cm
Ketahanan	Umur pakai mesin	↑↓	± 5 tahun		

Dari hasil pengembangan *technical requirements* tersebut diatas dengan menetapkan target perbaikan identifikasi target nilai yang ingin dicapai untuk pengembangan produk dari *Tray Conveyor*. Sehingga pengembangan produk yang akan dilakukan pada tahap QFD level 2 dapat lebih mudah diaplikasikan.

4.5 QFD Level 2 (*Component Characteristics*)

Pada subbab ini akan dilakukan pengolahan data QFD level 2, dimana pengolahan data yang dilakukan berdasarkan output yang dihasilkan dari *technical requirements* pada QFD level 1. Output yang dihasilkan dari QFD level2 ini adalah *component characteristics* dan *critical part* yang disertai dengan spesifikasi dari masing-masing komponen mesin *Tray Conveyor*.

4.5.1 Component Characteristics

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan *component characteristic* penyusun mesin *Tray Conveyor*. Penentuan komponen *Tray Conveyor* mempertimbangkan urutan proses pemindahan produk *circle repellent* untuk minimasi jumlah produk cacat. Dikarenakan kondisi eksisting mesin *Tray Conveyor* yang masih berpotensi mengakibatkan cacat pada produk perlu adanya perbaikan beberapa komponen dari mesin. Untuk kondisi eksisting *Tray Conveyor* B dapat dikatakan sudah baik karena titik utama yang menyebabkan cacat produk diganti dengan model yang lebih baik. Berikut merupakan alternatif komponen pada proses *material handling*.

Tabel 4.22 Alternatif Pemilihan Komponen pada Proses Pemindahan Produk

Alternatif	Nama Komponen	Gambar	Atribut	Spesifikasi	Referensi	
1	Har-2350TM Rantai Multifleksibel Konveyor		Daya Tampung	± 200 gram	http://www.modular-belt.com/eo/the-series-of-har-2350tm-multiflex-conveyor-chains.html	
			Fitur	Perlu tambahan komponen rangka bawah rantai		http://www.modular-belt.com/eo/the-series-of-har-2350tm-multiflex-conveyor-chains.html
			Biaya	Rp 67.500/potong @10cm		
2	PW103mm Rantai Konveyor Multifleksibel		Daya Tampung	± 200 gram	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/har-2350-pw-103mm-multiflex-conveyor-chains-60618567440.html?spm=a2700.8698675.29.61.1f8Njo	
			Fitur	Perlu tambahan bantalan karet		
			Biaya	Rp 405.000/m ²		

Tabel 4.23 Alternatif Pemilihan Komponen pada Proses Pemindahan Produk

Alternatif	Nama Komponen	Gambar	Atribut	Spesifikasi	Referensi
3	Polyurethane Spons		Kekerasan	40 Shore A	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/liquid-rubber-material-polyurethane-mold-rubber-60008515559.html?spm=a2700.8698675.29.17.4F0CeK&s=
			Fitur	Membutuhkan cetakan sesuai bentuk yg diinginkan	
			Biaya	Rp 975/ gram	
4	Polyurethane Karet		Kekerasan	60 Shore A	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/abrasion-resistant-60-shore-a-polyurethane-skirting-board-60654154463.html?spm=a2700.8698675.29.45.H6zfmG
			Fitur	Membutuhkan proses pemotongan sesuai dg bentuk yg diinginkan	
			Biaya	Rp 202.500/ meter	

Dari Tabel 4.26 didapatkan 4 komponen yang dapat dijadikan alternatif perbaikan untuk proses pemindahan produk. Alternatif pertama, Har-2350TM Rantai Multifleksibel Konveyor merupakan komponen utama dari *Tray Conveyor* PT XZ Surabaya. Rantai Har-2350TM belum dilengkapi dengan komponen penggerak yang ada dibawah rantai beda halnya dengan PW103mm Rantai Konveyor Multifleksibel (alternatif kedua) yang telah dilengkapi dengan bagian penggerak. Oleh karena itu rantai jenis PW103mm lebih mahal dibandingkan jenis Har-2350TM. Untuk alternatif 3, Polyurethane Spons merupakan komponen dari *Tray Conveyor* yang diletakkan diatas rantai berfungsi sebagai pengunci produk *circle repellent* agar tidak mudah jatuh akibat sisi konveyor yang memiliki bagian horizontal. Polyurethane jenis ini memiliki kekerasan yang lebih rendah sehingga dapat ramah terhadap material dari *circle repellent*. Sedangkan alternatif 4, Polyurethane Karet memiliki bahan karet yang lebih keras dibandingkan jenis spons pada alternatif 3. Alternatif 4 lebih mahal dibandingkan dengan alternatif 3.

Berdasarkan hasil dari pemilihan komponen utama yang didapatkan dari beberapa alternatif, tahap selanjutnya akan menentukan komponen-komponen penyusun keseluruhan mesin *Tray Conveyor*. Berikut merupakan *component characteristics* dari sistem pemindahan produk beserta alasan pemilihan komponen tersebut.

Tabel 4.24 *Component Characteristics* Sistem Pemindahan Produk

No	Part Characteristics	Alasan pemilihan	Gambar	Fungsi
A1	Klem Kecil (Plastik)	Komponen dipilih karena dapat menyesuaikan rel konveyor/ fleksibel		Sebagai penjepit konveyor lapisan atas dan bawah
A2	Palang Klem (Plastik)	Komponen dipilih karena dapat menyesuaikan rel konveyor/ fleksibel dan klem kecil		Sebagai palang klem kecil sehingga dapat terpasang kencang
A3	PW103mm Rantai Konveyor Multifleksibel	Komponen dipilih karena memiliki arah transportasi fleksibel, koefisien gesek rendah, instalasi & perawatan mudah, umur pakai lebih lama		Sebagai rantai konveyor yang digunakan dalam proses <i>material handling</i>
A4	Mur Snap Button	Komponen dipilih karena berbahan logam sehingga lebih ringan dan tahan lama		Sebagai pengikat bagian polyurethane dengan rantai konveyor multifleksibel

Tabel 4.25 *Component Characteristics* Sistem Pemindahan Produk

No	Part Characteristics	Alasan pemilihan	Gambar	Fungsi
A5	DIN7982 Sekrup dan Pengencang	Komponen dipilih karena lebih tahan lama bahan aluminium, sesuai dengan bahan konveyor. Bentuk meruncing memudahkan instalasi		Sebagai pengunci mur dan pengencang bagian polyurethane dengan rantai konveyor multifleksibel
A6	Polyurethane	Komponen dipilih karena bahan karet tidak terlalu keras sehingga ramah terhadap material produk		Sebagai lapisan atas ranti fleksibel konveyor untuk menghindari produk jatuh akibat dimensi horizontal
A7	Aluminium Ekstrusi	Komponen dipilih karena bahan lebih ringan dengan harga yang terjangkau, serta lebih tahan lama		Sebagai bahan penyusun komponen utama konveyor yang digunakan pada berbagai sisi konveyor
A8	Overhead Lumber Rantai Konveyor	Komponen dipilih karena memiliki bahan yang berkualitas dan tahan lama. Tepat untuk sistem konveyor fleksibel		Sebagai penggerak konveyor fleksibel yang diletakkan diantara sisi konveyor
A9	Lempengan Baja Ringan Putaran Sudut Fleksibel Konveyor	Komponen dipilih karena berbahan baja ringan, tahan lama dan lebih ringan		Sebagai penggerak sudut putaran konveyor saat berbelok
A10	Har P737 Joint Feet	Komponen dipilih karena memiliki ketinggian 50~150 (fleksibel) dan lilitan besi tebal		Sebagai penyangga kaki konveyor

Tabel 4.26 *Component Characteristics* Sistem Pemindahan Produk

No	Part Characteristics	Alasan pemilihan	Gambar	Fungsi
A11	Plat Logam	Komponen dipilih karena memiliki bahan material tahan lama dan harga terjangkau		Sebagai pendukung proses penumpahan produk dari pembalik Tray

Dapat dilihat pada tabel tersebut diatas, setiap komponen karakteristik memiliki jenis material yang berbeda dengan fungsi yang berbeda untuk menjadi satu kesatuan mesin *Tray Conveyor*. Pada tahap selanjutnya akan dilakukan penentuan hubungan antara *component characteristics* dengan *technical requirements*.

4.5.2 *Matriks Hubungan antara Component Characteristics dengan Technical Requirements*

Pada tahap akan dilakukan penentuan hubungan anatara *component characteristics* dengan *technical requirements* yang digambarkan dalam sebuah matriks. Sebelum menggambarannya, berikut merupakan simbol yang digunakan untuk melakukan penilaian hubungan.

Tabel 4.27 Kategori Simbol untuk Penilaian Hubungan

Simbol	Keterangan	Fungsi
	Tidak ada hubungan	Digunakan untuk menilai tidak ada keterkaitan dan dampak pada peningkatan dan penurunan faktor terkait
▲	Ada kemungkinan terjadi hubungan antara keduanya	Digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus, namun memiliki dampak lemah terhadap peningkatan dan penurunan pada faktor terkait
●	Hubungan yang terjadi biasasaja	Digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus, namun memiliki dampak sedang terhadap peningkatan dan penurunan pada faktor terkait

Tabel 4.2728 Kategori Simbol untuk Penilaian Hubungan (Lanjutan)

Simbol	Keterangan	Fungsi
	Ada hubungan yang kuat	Digunakan untuk menilai hubungan yang berbanding lurus dan memiliki dampak kuat terhadap peningkatan dan penurunan pada faktor terkait

Berikut merupakan hasil penentuan hubungan antara *technical requirements* dengan *component characteristics*. Untuk matriks lebih jelasnya ditampilkan pada Lampiran 4.

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
		Component Characteristics																		
Keterangan Hubungan		Sistem Pemindahan Produk																		
Keterangan Hubungan	Customer Importance	Klem Kecil (Plastik)	Palang Klem (Plastik)	Rantai Konveyor Multifleksibel	Mur Snap Button	Sekrup	Polyurethane	Aluminium Ekstruksi	Overhead Lumber Rantai Multifleksibel	Putaran Sudut Fleksibel Konveyor	Har P737 Joint Feet	Plat Logam								
													●	●	●	●	●	●	●	●
													●	●	●	●	●	●	●	●
													▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Tidak ada hubungan																				
Customer Requirements	X1	0,24			●				●	●		▲								
	X2	0,157						●	●											
	X3	0,175	●	●	●	▲	▲	●	●			▲								
	X4	0,036			▲			▲		●	●	●								
	X5	0,228						●	▲			▲								
	X6	0,163			●	▲		●	●	●	●	▲	▲							
Raw Score		0,5258	0,6887	4,2667	0,3382	0,1753	4,3987	3,6316	1,7889	1,3187	0,3914	0,6871								
Weight		0,0289	0,0378	0,2343	0,0186	0,0096	0,2415	0,1994	0,0982	0,0746	0,0230	0,0540								
% Weight		3%	4%	23%	2%	1%	24%	20%	10%	7%	2%	5%								
Importance Rank		8	7	2	10	11	1	3	4	5	9	6								

Gambar 4.6 Hubungan *Component Characteristics* dan *Technical Requirements* Sistem Pemindahan Produk

4.5.3 Penilaian Peringkat Kepentingan Matriks QFD Level 2

Pada subbab 4.5.3 akan dilakukannya pengolahan data untuk QFD level 2. Pengolahan data diawali dengan penilaian tingkat hubungan antara *component characteristics* dengan *technical requirements*. Nilai bobot yang digunakan sama dengan QFD level 1 yaitu, *raw score*, *weight*, *%weight*, dan *importance rank*. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11		
		Component Characteristics												
Keterangan Hubungan		Sistem Pemindahan Produk												
Customer Requirements	Customer Importance	Klem Kecil (Plastik)	Palang Klem (Plastik)	Rantai Konveyor Multifleksibel	Mur Snap Button	Sekrup	Polyurethane	Aluminium Ekstruksi	Overhead Lumber Rantai Multifleksibel	Putaran Sudut Fleksibel Konveyor	Har P737 Joint Feet	Plat Logam		
													●	Kuat
													●	Sedang
													▲	Lemah
Tidak ada hubungan														
X1	Sistem Pemindahan Produk	0,24		9			1		3	3		1		
X2		0,157						9	3					
X3		0,175	3	3	9	1	1	9	3			1		
X4		0,036			1			1		3	3		3	
X5		0,228						9	1			1		
X6		0,163		1	3	1		3	9	3	3	1	1	
Raw Score		0,526	0,689	4,267	0,338	0,175	4,399	3,632	1,789	1,319	0,391	0,687		
Weight		0,029	0,038	0,234	0,019	0,010	0,242	0,199	0,098	0,075	0,023	0,054		
% Weight		3%	4%	23%	2%	1%	24%	20%	10%	7%	2%	5%		
Importance Rank		8	7	2	10	11	1	3	4	5	9	6		

Gambar 4.7 Matriks Hubungan *Technical Requirements* dan *Component Characteristics* Sistem Pemindahan Produk

Berdasarkan matriks nilai hubungan *technical requirements* dan *component characteristics* sistem pemindahan produk tersebut diatas, didapatkan nilai prioritas dari komponen sistem pemindahan produk. Dari hasil perhitungan peringkat kepentingan, yaitu komponen Polyurethane yang menjadi prioritas pertama. Hal tersebut dikarenakan komponen Polyurethane merupakan komponen yang memiliki kontak secara langsung dengan produk saat produk sudah melewati proses penumpahan dari pembalik Tray.

Selain itu, komponen yang berada pada prioritas kedua adalah Rantai Konveyor Multifleksibel. Dalam hal ini dengan menggunakan komponen tersebut akan membantu proses pemindahan produk saat berada pada posisi berbelok maupun arah naik, sehingga dapat menghindari potensi terjadinya cacat pada produk karena sistem rantai yang fleksibel.

4.5.4 Pengembangan *Component Characteristics*

Setelah menentukan kepentingan dari QFD level 2, pada tahap selanjutnya dilakukan pengembangan dari *component characteristics* yang sudah ditentukan pada sub subbab sebelumnya. Pengembangan *component characteristics* yang dilakukan dengan mencantumkan detail spesifikasi dari tiap

respon teknis komponen. Berikut merupakan hasil dari pengembangan *component characteristics*.

Tabel 4.29 Pengembangan *Component Characteristics* tiap Respon Teknis Komponen

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Spesifikasi	Referensi
A1	Klem Kecil	Dimensi	Berat: 24 gram	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/flexible-adjustable-plastic-guide-rail-clamps-conveyor-small-clamps-60324481894.html?spm=a2700.8698675.29.161.OH7CgE
			Aperture: 1,2 cm	
Material	Plastik Pa66 (hitam)			
A2	Palang Klem	Dimensi	Berat: 28 gram	
			Apertur: 1,6 cm	
		Material	Plastik Nilon (hitam)	
A3	PW103mm Rantai Konveyor Multifleksibel	Kecepatan	Dapat menyesuaikan	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/har-2350-pw-103mm-multiflex-conveyor-chains-60618567440.html?spm=a2700.8698675.29.61.lf8Nj o dan http://www.modular-belt.com/id/the-series-of-har-2350tm-multiflex-conveyor-chains.html
		Dimensi	Berat: 12,75 kg	
			Kapasitas Beban: Maks \pm 350 gram	

Tabel 4.30 Pengembangan *Component Characteristics* tiap Respon Teknis Komponen (Lanjutan)

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Spesifikasi	Referensi
A4	Mur Snap Button	Dimensi	9,5 mm/ 15 L	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/classic-copper-round-metal-five-prong-ring-snap-button-60598176486.html?spm=a2700.8698675.29.25.e3hyH3&s=p
		Material	Paduan Seng	
A5	DIN7982 Sekrup	Dimensi	Jenis kepala: Countersunk Kepala	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/din7982-screws-and-fasteners-60472031215.html?spm=a2700.7787054.a372m.3.0qj8AF
			Tinggi: 2-5 cm	
		Material	Stainless Steel	
A6	Polyurethane	Dimensi	Ketebalan: 0,5 mm	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/neoprene-fabric-roll-neoprene-fabric-laminate-for-neoprene-fabric-diving-suit-60635705790.html?spm=a2700.8698675.29.161.37knfx
			Panjang: 12 cm	
		Desain	Oval	
		Material	Karet Polyurethane 40 Shore A	
A7	Aluminium Ekstrusi	Dimensi	Panjang: 1,7 meter	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/structural-aluminium-extrusions-aluminium-extrusion-for-display-cases-powder-coating-aluminum-extrusion-for-doors-and-windows-60473818267.html?spm=a2700.8698675.29.189.0ouIVa
			Ketebalan: 6 cm	

Tabel 4.24 Pengembangan *Component Characteristics* tiap Respon Teknis Komponen (Lanjutan)

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Spesifikasi	Referensi
A7	Aluminium Ekstrusi	Desain	Sesuai desain	
		Material	Aluminium Ekstrusi Bentuk Persegi Panjang	
A8	Overhead Lumber Rantai Konveyor	Kecepatan	Menyesuaikan rantai konveyor	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/high-quality-flexible-overhead-lumber-conveyor-chains-60584811523.html?spm=a2700.8698675.29.166.Vk1HnE
		Dimensi	Rol diameter: 20mm, Pin diameter: 10mm, Pin panjang: 45x51mm, Tebal piringan: 3mm,	
			Berat: 6,5 kg	
		Desain	Plate Rantai, Chains	
		Material	Baja Besi	
A9	Putaran Sudut Fleksibel Konveyor	Dimensi	Diameter: 25 cm	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/iron-material-steel-round-angle-channel-hexagon--60353899567.html?spm=a2700.8698675.29.25.1vAfNK&s=p
			Tinggi: 10 cm	
		Mekanisme	Diletakkan diantara bagian konveyor yang berbelok	
		Material	Besi Baja Bulat	
A10	Har P737 Joint Feet	Dimensi	Tinggi: 8 cm	http://www.modular-belt.com/har-p737-joint-feet-type-conveyor-parts.html
		Material	Stainless Steel dengan alas karet dibagian bawah	

Tabel 4.25 Pengembangan *Component Characteristics* tiap Respon Teknis Komponen (Lanjutan)

No	Part Characteristics	Technical Requirements	Spesifikasi	Referensi
A11	Plat Logam	Dimensi	Panjang: 124 cm	https://indonesian.alibaba.com/product-detail/china-factory-professional-supply-201-304-316-2b-surface-stainless-steel-metal-plate-sheet-60392385749.html?spm=a2700.8698675.29.101.3x9ev4
			Lebar: 16 cm	
			Tebal: 1 mm	
		Desain	Plat sekat 8	
		Material	Stainless Steel paduan Logam	

Berdasarkan hasil pengembangan *component characteristics* tiap respon teknis komponen dari mesin *Tray Conveyor*, terdapat *technical requirements* beserta spesifikasi tiap komponen. Dengan melakukan tahap pengembangan *component characteristics* dapat membantu proses desain produk yang sesuai dengan *customer of customer* maupun *customer of user*.

4.6 *Technology Assessment*

Pada subbab ini akan dilakukan pengolahan data terkait *technology assessment* dengan menggunakan metode teknometrik. Pengolahan data yang dilakukan mencakup tingkat kecanggihan teknologi proses produksi area pengepakan, perhitungan *state-of-the-art*, perhitungan bobot elemen komponen teknologi *technoware* dan perhitungan nilai *technology contribution coefficient* (TCC).

4.6.1 *Tingkat Kecanggihan Teknologi*

Pada sub sub-bab ini akan dijelaskan terkait penilaian terhadap tingkat kecanggihan teknologi yang terdapat pada perusahaan khususnya proses produksi area pengepakan. Perhitungan tingkat kecanggihan teknologi pada penelitian ini menggunakan nilai atas (UL) dan nilai bawah (LL) pada masing-

masing elemen komponen teknologi *technoware*. Penilaian teknologi didapatkan berdasarkan penyebaran kuesioner berdasarkan *expert judgement* yang secara langsung memahami kondisi lini produksi area pengepakan (Lampiran 5). Berikut merupakan tingkat kecanggihan komponen *technoware* berdasarkan elemen-elemen komponen yang telah ditentukan.

Tabel 4.31 Tingkat Kecanggihan Teknologi Komponen *Technoware*

Elemen Teknologi	Nilai Atas	Nilai Bawah	Keterangan
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan	10	1	Fasilitas yang digunakan sudah menggunakan mesin terotomasi, namun masih membutuhkan bantuan dari operator area pengepakan
Proses Pungut Obat & Meletakkan Penyangga	5	1	Fasilitas yang digunakan untuk proses ini masih dilakukan secara manual oleh operator
Proses Pengepakan Plastik	7	2	Fasilitas yang digunakan merupakan fasilitas untuk penggunaan khusus proses pengepakan plastik
Proses Pengepakan Kardus (<i>folding box</i>)	7	1	Fasilitas yang digunakan untuk proses ini masih dilakukan secara manual oleh operator, namun memiliki kontribusi yang cukup tinggi untuk keberlangsungan proses produksi
Proses Pengepakan Karton	7	1	Fasilitas yang digunakan sudah menggunakan mesin semi otomatis, dengan bantuan operator
<i>Palletizing</i>	8	2	Fasilitas yang digunakan untuk proses ini masih dilakukan secara manual oleh operator, namun memiliki kontribusi yang cukup tinggi untuk keberlangsungan proses produksi

Tabel 4.25 tersebut di atas merupakan hasil klasifikasi nilai atas dan nilai bawah yang didapatkan berdasarkan kuesioner yang telah diberikan dan dinilai oleh *expert judgement* yaitu Manajer Departemen Produksi dan Kualitas. Setiap komponen *technoware* berdasarkan elemen teknologi yang telah ditentukan memiliki nilai yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat kontribusi tiap elemen teknologi tersebut.

4.6.2 State-of-the-Art

Pada sub subbab ini akan dilakukan perhitungan terhadap *state-of-art* pada elemen teknologi untuk *technoware* yang telah diidentifikasi pada sub subbab 4.6.1. Penilaian *state-of-art* ini dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pada level manajemen perusahaan yang sebagai *expert judgement* dari perusahaan (Lampiran 5). Penilaian yang dilakukan dengan menggunakan skala 1-9 pada masing-masing indikator penilaian yang telah ditentukan.

Untuk melakukan perhitungan terhadap nilai pada komponen *technoware*, digunakan rumus sebagai berikut.

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum tik}{kt} \right]; k = 1, 2, \dots, ki \quad (4.1)$$

Dimana:

tik = skor kriteria ke-k untuk *technoware* ke-i

Pernilaian yang dilakukan dilakukan pada *Tray Conveyor B*, karena yang menjadi fokus untuk melakukan perbaikan adalah *Tray Conveyor B* yang sudah ditetapkan pada tahap pengembangan produk QFD. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *state-of-art* untuk masing-masing elemen komponen teknologi *technoware*.

Tabel 4.32 Nilai *State-of-Art* Komponen *Technoware*

Elemen Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	Skor <i>State-of-art</i>
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan	0,725
Proses Pungut Obat & Meletakkan Penyangga	0,650
Proses Pengemasan Plastik	0,800
Proses Pengemasan Kardus (<i>Folding Box</i>)	0,740
Proses Pengemasan Karton	0,675
<i>Palletizing</i>	0,100

Berdasarkan pada Tabel 4.26 tersebut, didapatkan elemen komponen *technoware* yang memiliki nilai terendah yaitu *palletizing*, sedangkan elemen komponen yang memiliki nilai tertinggi adalah proses pemindahan produk dari proses pengeringan dan proses pengepakan plastik. Berikut merupakan contoh perhitungan dari *state-of art* untuk elemen komponen proses pemindahan produk dari proses pengeringan.

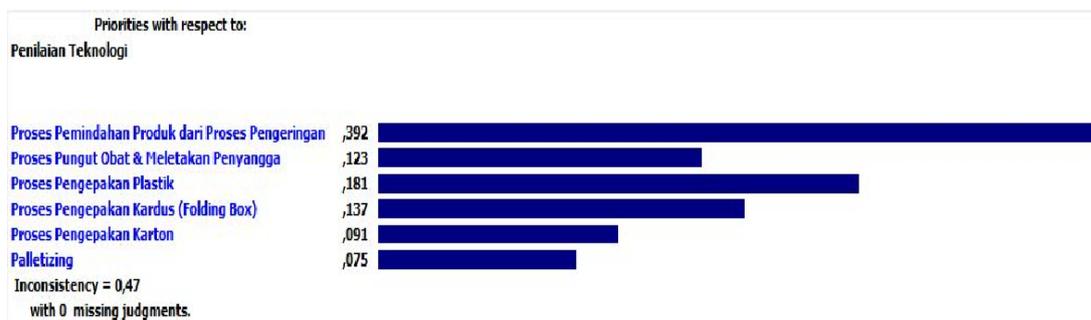
$$STi = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum tik}{kt} \right]; k = 1,2, \dots, ki$$

$$STi = \frac{1}{10} \left[\frac{7 + 7 + 9 + 9}{4} \right]$$

$$STi = 0,800$$

4.6.3 Pembobotan Elemen Komponen Teknologi

Pada subbab ini akan dilakukan perhitungan terhadap bobot tiap elemen komponen teknologi yang telah diidentifikasi pada subbab sebelumnya. Pembobotan untuk tiap elemen komponen teknologi dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pembobotan elem komponen yang diberikan kepada pihak manajemen perusahaan yang merupakan sebagai *expert judgement* perusahaan. Dari hasil penyebaran kuesioner tersebut pembobotan dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan menggunakan *software Expert Choice*. Berikut merupakan hasil rekap data pembobotan untuk masing-masing elemen komponen teknologi *technoware*



Gambar 4.8 Hasil Pembobotan Elemen Teknologi *Technoware Running Software Expert Choice*

Berdasarkan hasil dari *running software expert choice* pada gambar 4.8, diperoleh bobot masing-masing elemen komponen teknologi *technoware*. Bobot masing-masing yang tertera tersebut berdasarkan input yang didasarkan pada *expert judgement*. Berikut merupakan rekap hasil pembobotan berdasarkan gambar 4.8 tersebut diatas.

Tabel 4.33 Rekap Hasil Pembobotan Elemen Komponen *Technoware*

Elemen Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	Bobot
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan	0,392
Proses Pungut Obat & Meletakkan Penyangga	0,123
Proses Pengemasan Plastik	0,181
Proses Pengemasan Kardus (<i>Folding Box</i>)	0,137
Proses Pengemasan Karton	0,091
<i>Palletizing</i>	0,075

Dari hasil perhitungan bobot tiap elemen komponen teknologi *technoware* dengan menggunakan *software expert choice*, didapatkan bobot tertinggi yaitu elemen proses pemindahan produk dari proses pengeringan. Elemen tersebut berhubungan dengan proses pemindahan produk atau *material handling* dari proses pengeringan produk pada *dryer machine*. Sedangkan elemen komponen teknologi *technoware* yang memiliki bobot terendah yaitu elemen *palletizing*, berhubungan dengan pemindahan produk jadi ke tempat penyimpanan sementara (*pallet*).

4.6.4 Perhitungan Nilai *Technology Contribution Coefficient (TCC)*

Pada tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai TCC untuk tiap elemen komponen teknologi *technoware*. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai TCC untuk *technoware*.

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Nilai TCC *Technoware*

Elemen Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	UL	LL	State-of-art	Bobot	Kontribusi	TCC
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan	10	1	0,725	0,392	1,84	1,269
Proses Pungut Obat & Meletakkan Penyangga	5	1	0,650	0,123	1,00	1,000
Proses Pengepakan Plastik	7	2	0,800	0,181	1,33	1,053
Proses Pengepakan Kardus (<i>Folding Box</i>)	7	1	0,740	0,137	1,44	1,052
Proses Pengepakan Karton	7	1	0,675	0,091	1,44	1,034
<i>Palletizing</i>	8	2	0,100	0,075	1,55	1,034
TOTAL TCC						1,074
				0,801	1,874	

Berikut merupakan contoh perhitungan dari nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC) berdasarkan hasil perhitungan tabel 4.28 tersebut diatas.

- *Technology Contribution Coefficient*(TCC) $TTC = Ti^{\beta ti}$ (4.2)

- Kontribusi Elemen $Ti = \frac{1}{9}[LTi + STi(UTi - LTi)]$ (4.3)

Contoh perhitungan elemen Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan

- Kontribusi Elemen

$$Ti = \frac{1}{9}[LTi + STi(UTi - LTi)]$$

$$Ti = \frac{1}{9}[1 + 0,725(10 - 1)]$$

$$= 1,84$$

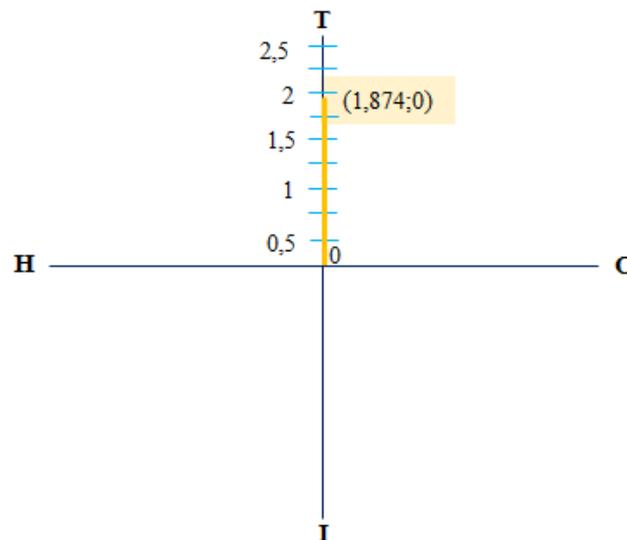
- *Technology Contribution Coefficient*(TCC)

$$TTC = Ti^{\beta ti}$$

$$= 1,84^{0,392}$$

$$= 1,269$$

Berdasarkan hasil perhitungan TCC untuk komponen teknologi *technoware* didapatkan total bobot sebesar 1,874. Nilai tersebut yang akan dijadikan dasar pembuatan titik *technoware* pada peta THIO.

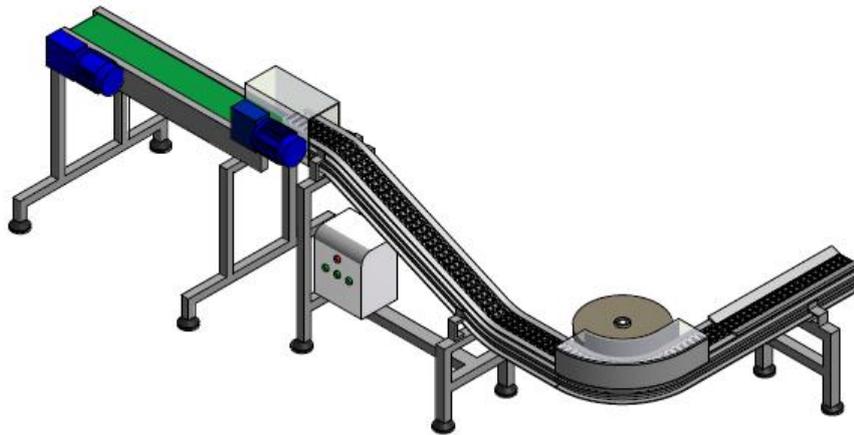


Gambar 4.9 Sumbu *Technoware* pada Peta THIO

Pada gambar 4.9 tersebut didapatkan sumbu kontribusi elemen komponen teknologi *technoware* pada sumbu (1,874;0). Hal tersebut menunjukkan komponen teknologi *technoware* memiliki kontribusi dari keseluruhan komponen teknologi perusahaan PT XZ Surabaya khususnya pada *proses pengepakan* senilai 1,874.

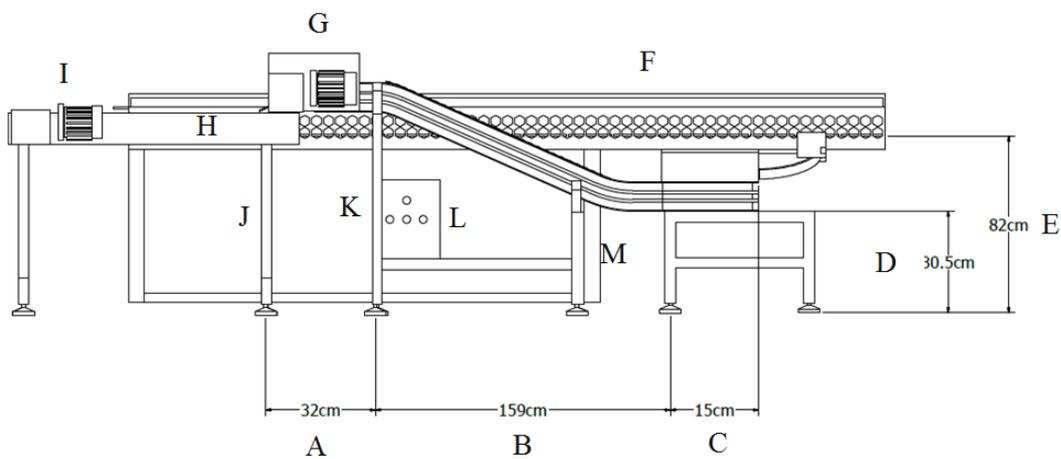
4.7 Konsep Desain *Tray Conveyor C*

Pada subbab ini akan ditampilkan tahapan dalam pembuatan konsep desain mesin *Tray Conveyor C*. Dalam hal ini konsep desain yang akan dilakukan untuk menggambarkan perubahan apa saja yang diterapkan dari mesin *Tray Conveyor B*, yakni *Tray Conveyor* yang masih dalam *trial*. Sehingga membutuhkan beberapa penilaian terhadap desain mesin *Tray Conveyor B*. Sebelum melakukan perbaikan dari *Tray Conveyor B*, berikut akan ditampilkan kembali wujud keseluruhan dari *Tray Conveyor B*.



Gambar 4.10 Tampilan *Tray Conveyor B* (mesin dalam masa *Trial*)

Setelah ditampilkan kembali wujud dari *Tray Conveyor B*, akan lebih mudah untuk memahami perbaikan yang akan dilakukan untuk diterapkan pada konsep desain *Tray Conveyor C*. Berikut merupakan penjelasan dari tiap perubahan yang dilakukan oleh Penulis sebagai wujud evaluasi dari desain mesin *Tray Conveyor B*.



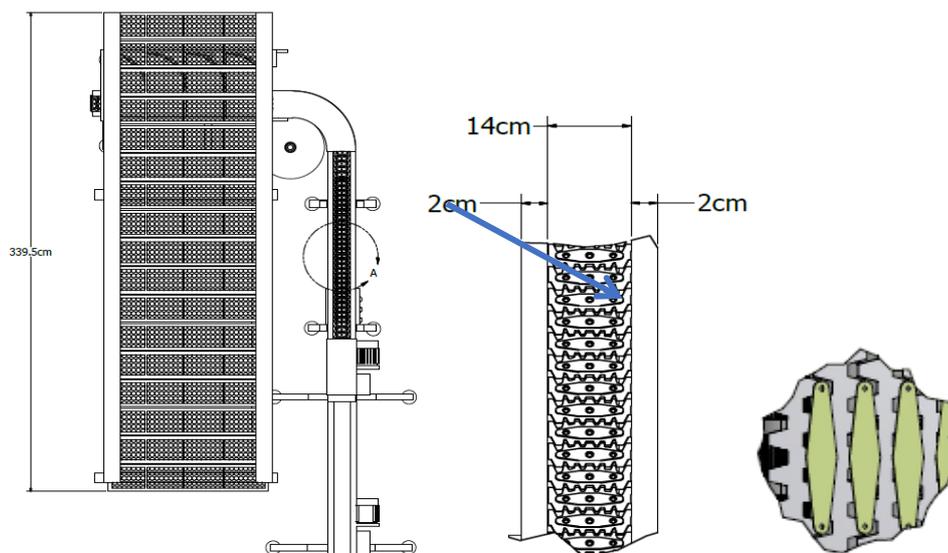
Gambar 4.11 Detail Komponen Tampak Sisi Samping Kanan *Tray Conveyor C*

Gambar 4.8 merupakan gambar yang menunjukkan tampak sisi samping kanan dari Tray Konevor C. Berikut merupakan keterangan tiap komponen yang terdapat pada gambar tersebut diatas.

Tabel 4.35 Keterangan Gambar 4.9

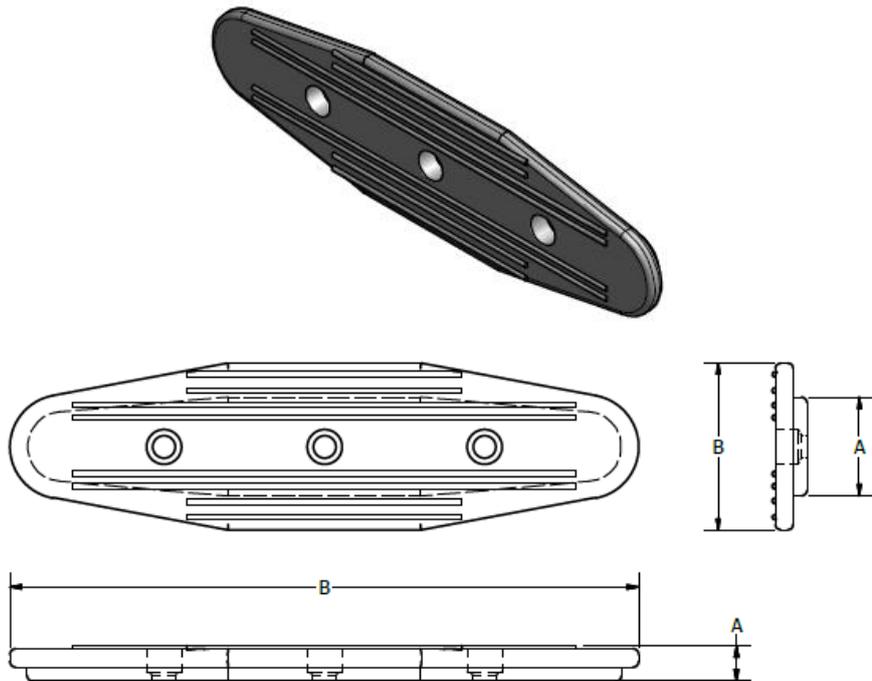
Huruf	Keterangan	Huruf	Keterangan
A	Panjang <i>Tray Conveyor</i> bagian atas	H	Konveyor <i>Belt</i>
B	Panjang <i>Tray Conveyor</i> bagian arah naik	I	Motor C3
C	Panjang <i>Tray Conveyor</i> bagian belokan	J	Kaki konveyor <i>belt</i>
D	Tinggi kaki <i>Tray Conveyor</i> bagian pendek (bawah pembalik <i>Tray</i>) ke lantai	K	Kaki <i>Tray Conveyor</i> bagian atas ke lantai
E	Jarak antara pembalik <i>Tray</i> ke lantai	L	Panel kontrol
F	Pembalik <i>Tray</i>	M	Kaki bagian naik ke lantai
G	Motor Modullar		

Pada gambar 4.8 tersebut, terdapat beberapa perubahan dari mesin *Tray Conveyor* B. Perubahan tersebut yaitu tinggi *Tray Conveyor* dari memiliki ketinggian 44 cm menjadi 36 cm. Selain itu, konsep desain *Tray Conveyor* C akan merubah material Polyurethane dengan kekerasan 60 Shore A menjadi Polyurethane 40 Shore A.



Gambar 4.12 Tampak Atas *Tray Conveyor*-Pembalik *Tray* (kiri) dan Detail *Tray* Konveyor Tampak Atas (tengah-kanan)*Tray Conveyor* B

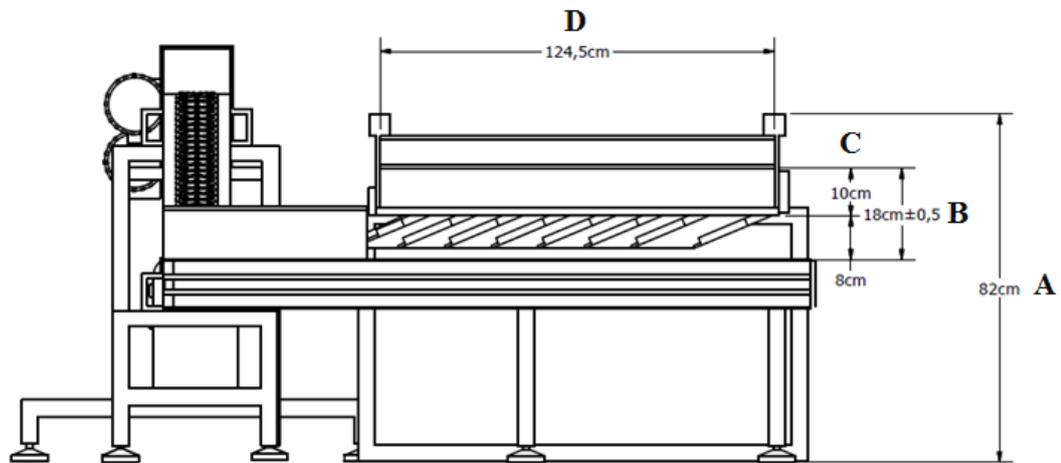
Gambar 4.10 tersebut diatas merupakan tampak atas *Tray Conveyor B* dan detail dari desain Polyurethane yang digunakan. Perubahan yang diterapkan untuk bagian Polyurethane digambarkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4.13 Detail Komponen Polyurethane 40 Shore A untuk *Tray Conveyor C*

Dengan menggunakan Polyurethane dengan tekanan yang lebih rendah akan mengurangi potensi cacat pada produk akibat dari terjepit diantara bagian Polyurethane. Sehingga Polyurethane lebih ramah terhadap material produk *circle repellent* yang memiliki material mudah patah. Yang membedakan bentuk dari Polyurethane pada *Tray Conveyor B*, untuk Polyurethane yang digunakan untuk *Tray Conveyor C* menambahkan aksesoris garis melintang diatas Polyurethane yang berfungsi sebagai pengunci produk saat sudah terjatuh diatas *Tray Conveyor*.

Setelah ditampilkan *Tray Conveyor C* tampak samping sisi kanan, berikut merupakan tampilan *Tray Conveyor C* tampak samping sisi atas.



Gambar 4.14 Detail Komponen Plat PenumpahanTampak Samping Sisi Atas Tray Konveyor C

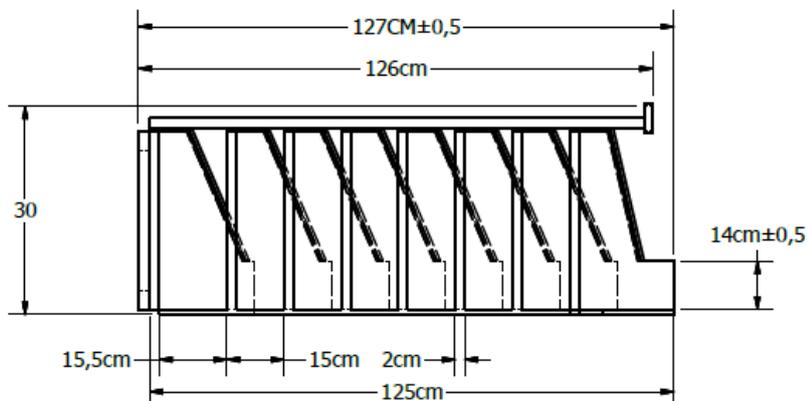
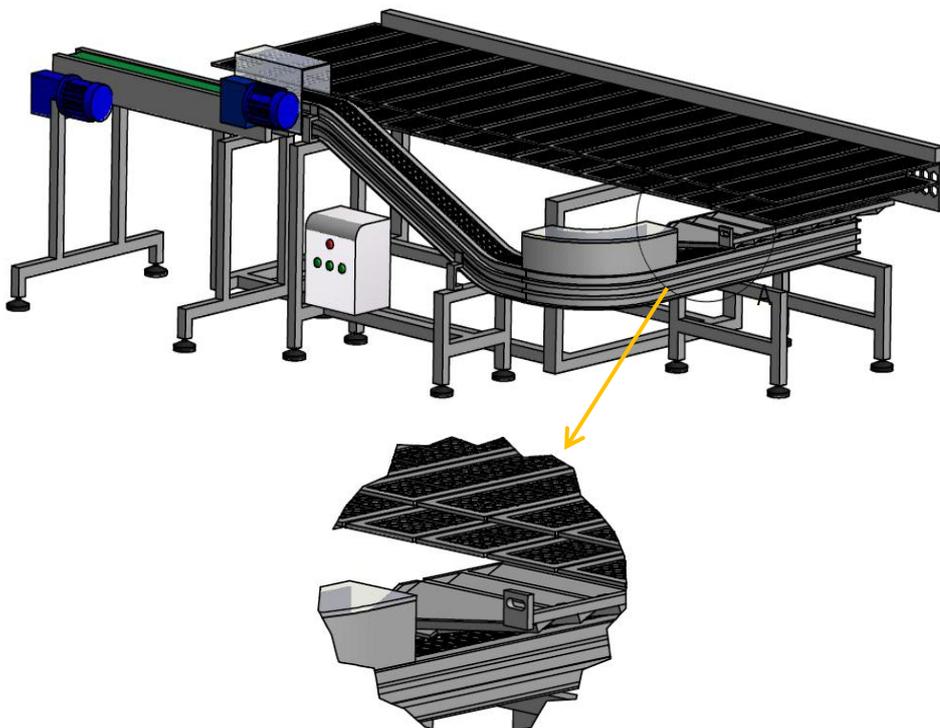
Gambar 4.12 merupakan gambar yang menunjukkan tampak sisi samping atas dari Tray Konevor C. Berikut merupakan keterangan tiap komponen yang terdapat pada gambar tersebut diatas.

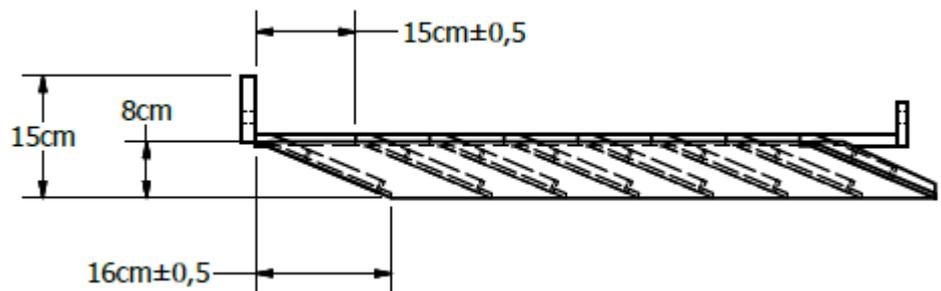
Tabel 4.36 Keterangan Gambar 4.12

Huruf	Keterangan
A	Jarak tinggi pembalik Tray ke lantai
B	Jarak antara pembalik Tray bagian bawah ke <i>Tray Conveyor</i> bagian atas
C	Jarak tinggi antara sisi atas pembalik Tray ke sisi atas Plat
D	Jarak tinggi antara sisi atas pembalik Tray ke sisi atas <i>Tray Conveyor C</i>

Terlihat pada Gambar 4.12 bagian antara pembalik Tray dengan *Tray Conveyor* terdapat plat besi yang memiliki 8 sekat. Plat penumpahan tersebut merupakan salah satu komponen tambahan yang berfungsi sebagai alat bantu untuk menumpahkan produk dari pembalik Tray ke *Tray Conveyor*. Sehingga

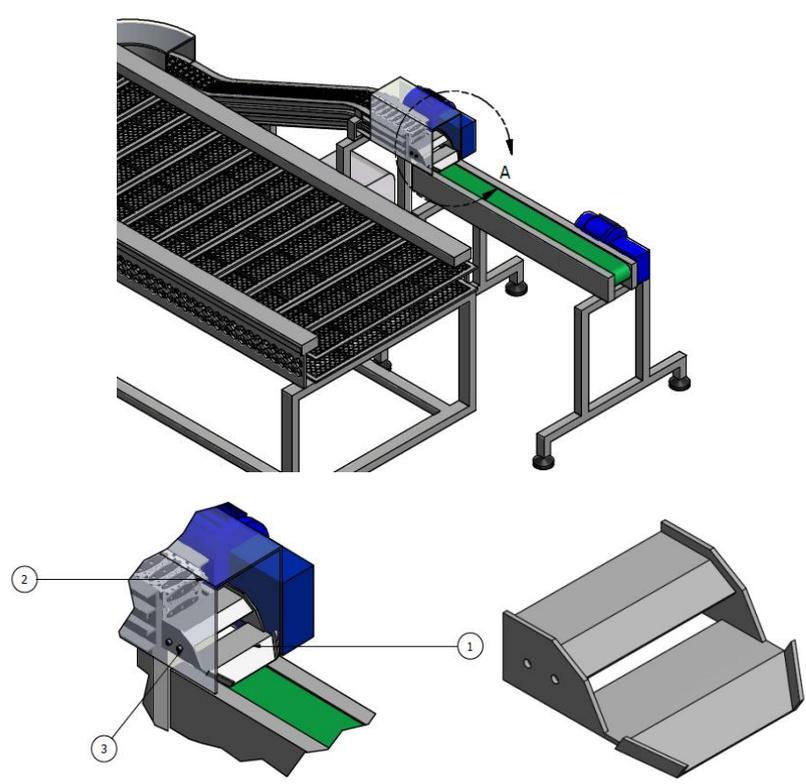
dapat meminimalkan poternsi terjadinya cacat pada produk akibat dari proses penumpahan tersebut. Desain yang digunakan memiliki 8 sekat dikarenakan jumlah produk dalam satu pembalik Tray dan sekali penumpahan sejumlah 8 produk *circle repellent*. Dalam hal ini sekat yang dibuat memiliki toleransi dimensi sebesar $\pm 0,5$ cm dari dimensi produk yang memiliki diameter 12 cm. Dengan menambahkan toleransi tersebut akan lebih fleksibel terhadap arah tumpahan produk. Berikut merupakan gambar tampak dalam dari penambahan Plat penumpahan.

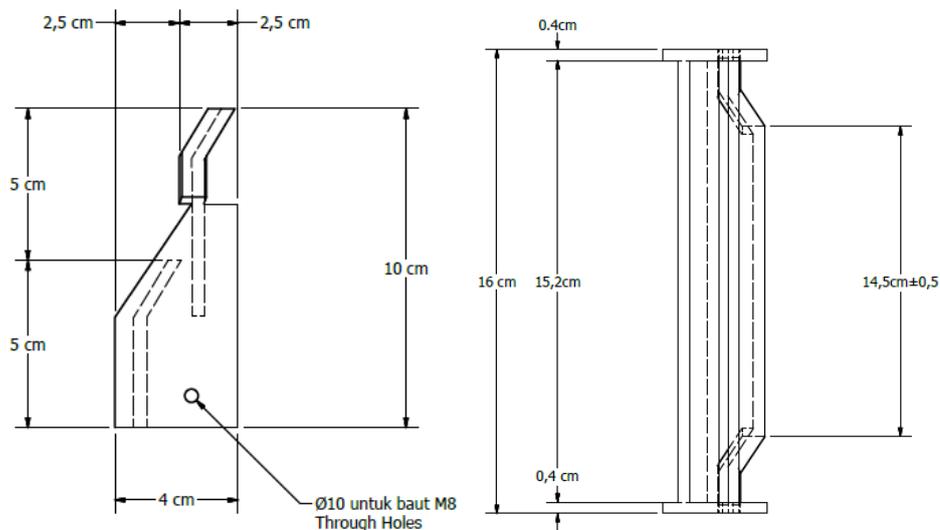




Tabel 4.37 Detail Komponen Plat Penumpahan *Tray Conveyor C*

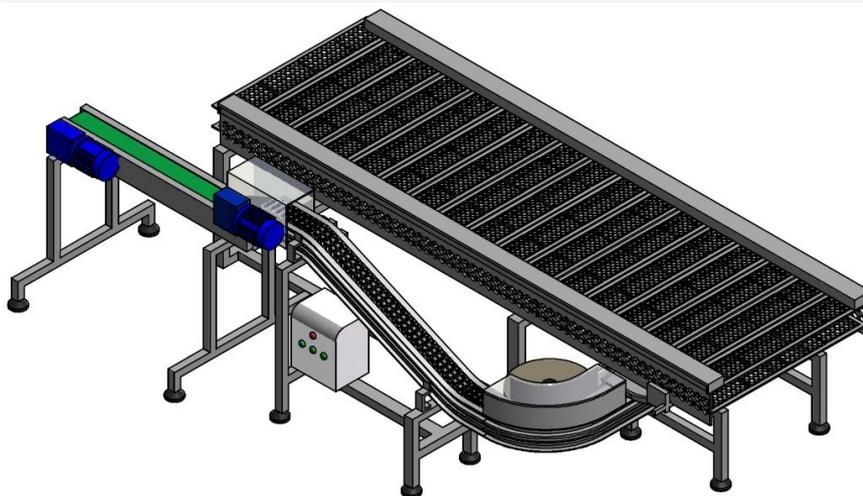
Komponen lainnya yang menjadi fokus untuk dilakukan perbaikan adalah bagian komponen antara *Tray Conveyor* ke konveyor *belt* atau disebut dengan Plat seluncur. Berikut merupakan plat seluncur yang diterapkan pada konsep desain *Tray Conveyor C*.





Gambar 4.15 Detail Komponen Plat Seluncur antara *Tray Conveyor*- *Konveyor Belt* Desain *Tray C*

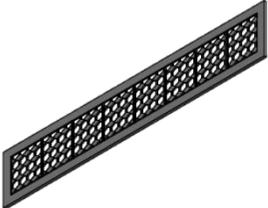
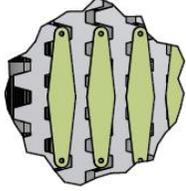
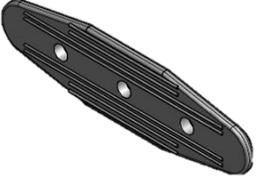
Dengan melakukan perubahan terhadap desain dari Plat seluncur dapat meminimasi potensi produk tidak rapi dan cacat pada produk akibat dari produk yang menumpuk yang disebabkan oleh desain plat seluncur yang kurang tepat. Alasan dari perubahan komponen ini juga didasarkan oleh keluhan dari operator pada proses pungut *circle repellent*. Berikut merupakan tampilan keseluruhan dari *Tray Conveyor C* dan Pembalik *Tray*.



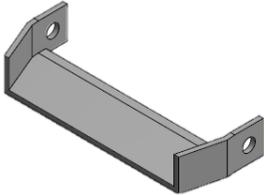
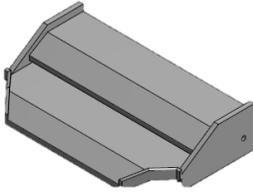
Gambar 4.16 Tampak Keseluruhan *Tray Conveyor* dan Pembalik *Tray*

Setelah melakukan perubahan dari desain *Tray Conveyor B*, berikut merupakan perbedaan antara komponen *Tray Conveyor B* dengan komponen yang dilakukan perubahan untuk konsep desain *Tray Conveyor C*.

Tabel 4.38 Alasan Perbaikan Komponen *Tray Conveyor B*

No	Komponen Tray B	Fungsi	Komponen Tray C	Alasan Perbaikan
1	 Pembalik Tray	Komponen untuk proses penumpahan produk <i>circle repellent</i>	 Pembalik Tray  Plat Penumpahan	Pembalik Tray berpotensi menyebabkan cacat produk karena proses penumpahan memiliki jarak cukup tinggi dan kecepatan penumpahan yg terlalu cepat. Selain itu, adanya potensi produk tidak presisi dalam posisi horizontal dapat berkurang dikarenakan adanya bagia Plat Penumpahan yang dibuat miring.
2	 Polyurethane 60 Shore A	Sebagai alas rantai konveyor untuk menstabilkan gerakan produk	 Polyurethane 60 Shore A	Material Polyurethane yang lebih keras akan menimbulkan potensi cacat produk saat terdapat kondisi terjepit. Selain itu desain Polyurethane yang memiliki sisi polos lebih licin dan berpotensi produk berjatuhan saat terdapat posisi naik

Tabel 4.39 Alasan Perbaikan Komponen *Tray Conveyor B* (Lanjutan)

No	Komponen Tray B	Fungsi	Komponen Tray C	Alasan Perbaikan
3	 Plat Seluncur	Sebagai komponen pendukung proses pemindahan produk dari <i>Tray Conveyor</i> ke <i>konveyor belt</i>	 Plat Seluncur	Material Polyurethane yang lebih keras akan menimbulkan potensi cacat produk saat terdapat kondisi terjepit. Selain itu desain Polyurethane yang memiliki sisi polos lebih licin dan berpotensi produk berjatuh saat terdapat posisi naik

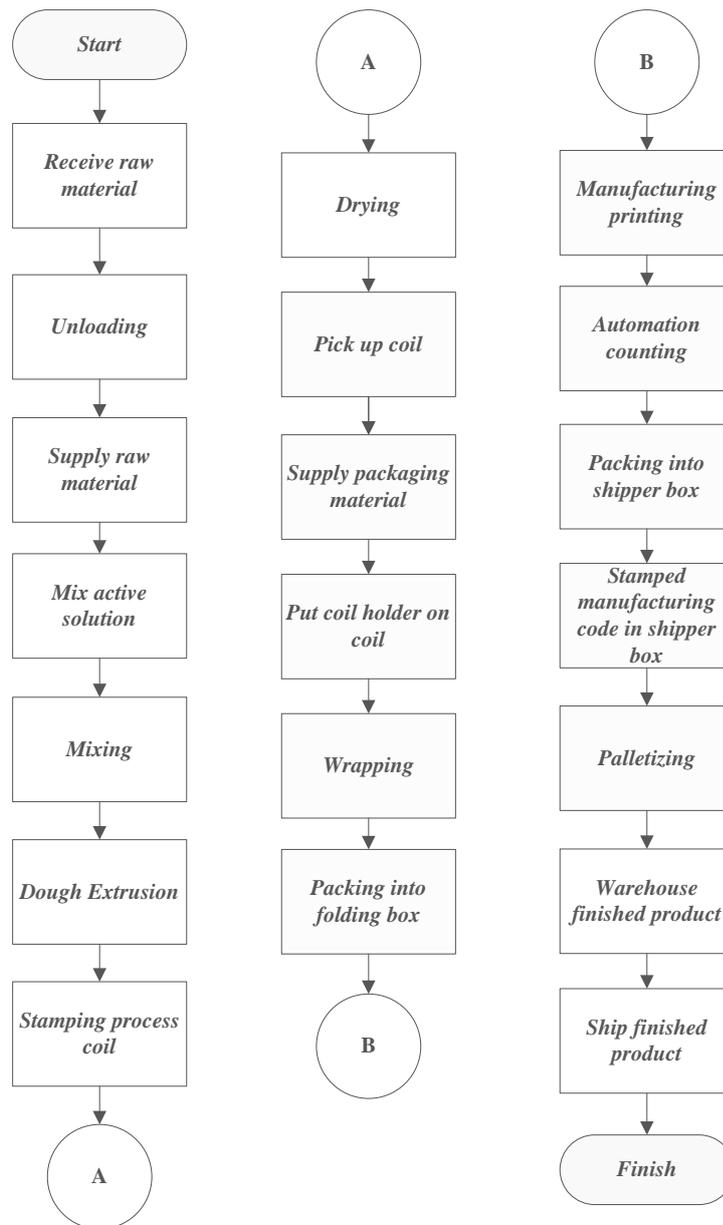
Terdapat 3 komponen *Tray Conveyor B* yang dilakukan perubahan, perubahan tersebut memiliki alasan perbaikan masing-masing namun tetap pada fokus utama yaitu mereduksi produk cacat yang berpotensi muncul pada komponen-komponen eksisting *Tray Conveyor B*. Sehingga, kekurangan tersebut menjadi dasar perbaikan desain produk serta penambahan komponen yang diperlukan. Selain itu, perbaikan yang diterapkan untuk desain *Tray Conveyor C* salah satunya pada dimensi ketinggian *Tray Conveyor* yang diturunkan hingga 8 cm. Hal tersebut dikarenakan adanya penambahan bagian Plat penunmpahan yang diletakkan diantara Pembalik Tray dan *Tray Conveyor* sehingga tidak ada gesekan antara Pembalik Tray dan Plat penunmpahan.

4.8 Simulasi

Pada subbab ini akan ditampilkan simulasi mesin Tray A, B dan C diantaranya waktu antar kedatangan produk dari *ovendryer*, waktu antar kedatangan produk yang dipindahkan menuju proses pungut obat, dan kecepatan mesin Tray A, B dan C untuk proses pemindahan *ovendryer* menuju proses pungut obat. Selain menggunakan parameter waktu dalam simulasi ini akan menggunakan jumlah input dan output tiap *Tray Conveyor* selama jam kerja yakni 8 jam per hari.

4.8.1 Gambaran Sistem

PT XZ merupakan sebuah perusahaan yang termasuk kedalam perusahaan manufaktur yang memproduksi *circle repellent*. Pabrik ini melakukan proses produksi obat anti nyamuk setiap harinya dengan menggunakan tenaga kerja sebanyak 7 orang setiap lini produksi yang memiliki jumlah total 17 lini produksi. Jam kerja yang diterapkan untuk proses produksi pada area pengepakan adalah 8 jam kerja per shift, dimana per harinya terdapat 3 shift kerja. Terdapat beberapa proses yang dilakukan PT XZ untuk menghasilkan produk jadi *circle repellent* yang telah dikemas sedemikian rupa. Untuk mengetahui keseluruhan sistem produksi yang dijalankan berikut merupakan gambaran keseluruhan aliran produksi PT XZ.



Gambar 4.17 *Flowchart* Proses Produksi PT XZ Surabaya

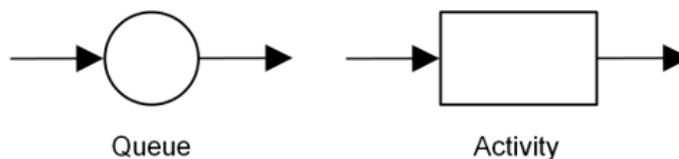
Seperti yang dijelaskan, penelitian ini akan fokus terhadap proses pada area pengepakan yaitu dimulai diantara proses *drying* dan proses *pick-up circle repellent (coil)* dimana pada proses tersebut terdapat proses pemindahan produk atau *material handling*. Proses pemindahan diantara proses tersebut terdapat 2 mesin yang digunakan, yaitu didahului dengan mesin Pembalik Tray dan dilanjutkan dengan menggunakan mesin *Tray Conveyor*. Untuk Pembalik Tray digunakan untuk memindahkan produk *circle repellent* dari mesin *dryer* menuju

Tray Conveyor, sedangkan *Tray Conveyor* memindahkan produk dari Pembalik Tray menuju ke proses *pick-up* (pungut) *circle repellent*. Untuk proses pungut *circle repellent* akan dilakukan secara manual oleh operator.

Untuk waktu pemindahan antara mesin *dryer* produk ke pembalik Tray dijalankan oleh mesin dalam 24 hentakan setara dengan 30 rpm (rotasi per menit), dengan jumlah produk tiap Pembalik Tray sebanyak 8 produk *circle repellent*. Sedangkan waktu proses pemindahan *Tray Conveyor* selama 45 rpm (rotasi per menit). Setelah melewati proses pemindahan *Tray Conveyor* akan dilanjutkan dengan proses *pick-up* (pungut) *circle repellent* yang dilakukan secara manual oleh operator. Hal tersebut merupakan salah satu faktor adanya cacat pada produk yang dikarenakan tidak seimbangny waktu proses pemindahan *Tray Conveyor* dengan operator. Dalam hal ini proses pungut *circle repellent* yang dilakukan oleh operator, diambil sebanyak 5 produk dan dilakukan penataan pada konveyor selanjutnya yaitu konveyor pemindahan Mesin Pengepakan.

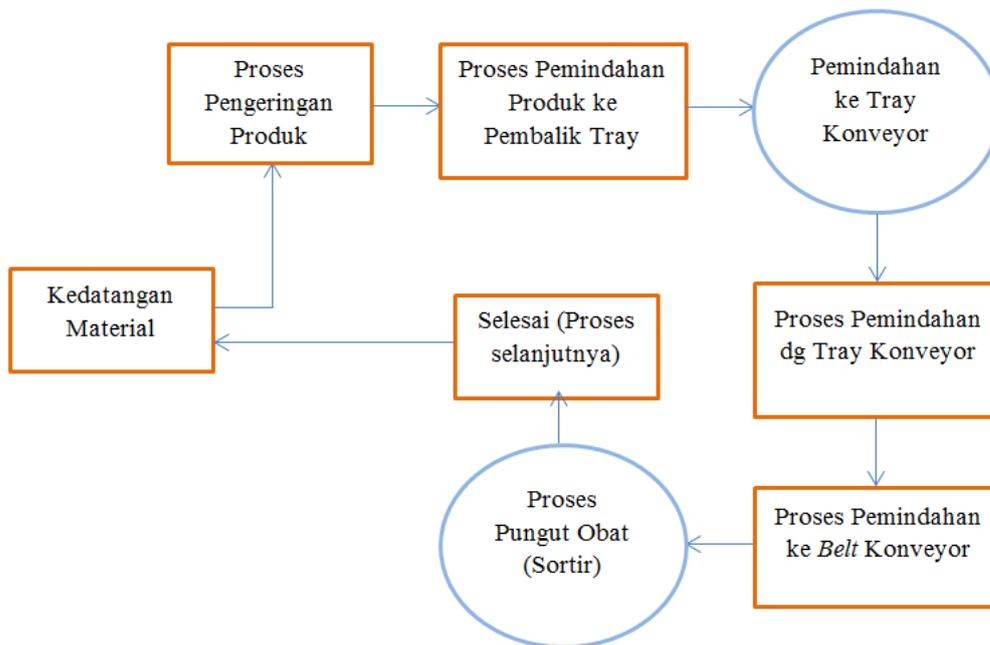
4.8.2 Activity Cycle Diagram (ACD)

Sebelum membuat model simulasi, perlu adanya model konseptual yang berfungsi sebagai model tiruan awal terkait sistem yang diamati berdasarkan pada hasil pengamatan. Model konseptual dalam pengerjaan penelitian ini akan ditunjukkan dengan menggunakan *Activity Cycle Diagram* (ACD). ACD berfungsi sebagai diagram yang mendeskripsikan interaksi atau hubungan antar objek dalam sistem. Adapun notasi yang digunakan dalam ACD sebagai berikut.



Gambar 4.18 Notasi dalam *Activity Cycle Diagram* (ACD)

Dengan menggunakan notasi tersebut akan memudahkan pembaca dalam memahami ACD yang dibuat. Berikut merupakan *activity cycle diagram* dari proses pengepakan PT XZ Surabaya.

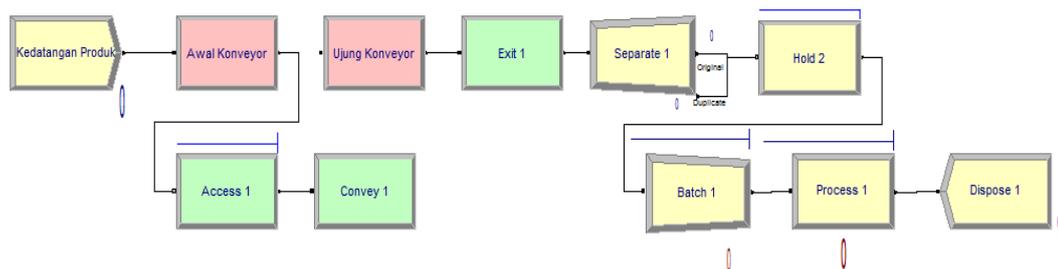


Gambar 4.19 *Activity Cycle Diagram* Sistem Pemindahan Tray Conveyor
 Proses pengepakan PT XZ Surabaya

Dari gambar 4.19 dapat diketahui bahwa sistem untuk sistem pemindahan *Tray Conveyor* yang menjadi fokus dari penelitian ini dimulai dari kedatangan material yang masuk kedalam sistem dan sistem pemindahan *Tray Conveyor* ketika produk sudah melewati proses pungut obat. Dalam sistem pemindahan *Tray Conveyor* proses pengepakan terdapat 3 proses pemindahan produk antara lain pemindahan produk setengah jadi dari *ovendryer* ke pembalik Tray, produk yang dibawa oleh pembalik Tray dipindahkan ke *Tray Conveyor*, serta pemindahan produk yang dibawa oleh *Tray Conveyor* menuju ke *Belt Konveyor*. Pada proses pemindahan produk dari *ovendryer* menuju pembalik Tray terdapat sejumlah antrian yang dikarenakan adanya produk yang masuk kedalam proses pengeringan tidak merata serta adanya faktor mesin sehingga produk yang keluar dari *ovendryer* harus menunggu waktu yang cukup lama. Untuk proses pemindahan dari pembalik Tray menuju *Tray Conveyor* dilakukan secara kontinyu, dimana setiap 24 hentakan pembalik Tray produk ditumpahkan diatas *Tray Conveyor*. Sedangkan untuk proses pemindahan produk dari *Tray Conveyor* ke *Belt Konveyor* akan mengikuti proses sebelumnya sehingga adanya potensi antrian ada proses pemindahan ini sangat mungkin terjadi.

4.8.3 Simulasi Sistem Pindahan Tray Conveyor A

Simulasi sitem pindahan *Tray Conveyor A* dilakukan dengan menggunakan model simulasi Arena. Simulasi didasarkan pada kondisi eksisting proses pindahan yang dilakukan oleh *Tray Conveyor A*. Dimana jam kerja yang diterapkan untuk operasional *Tray Conveyor A* adalah 8 jam kerja per shift. Berikut merupakan model simulasi Arena *Tray Conveyor A*.



Gambar 4.20 Model Simulasi *Tray Conveyor A*

Berdasarkan model Arena gambar 4.20, diperoleh gambaran proses dari sistem pindahan produk *Tray Conveyor A*. Proses dimulai dari kedatangan produk *circle repellent* dari proses pengeringan pada *ovendryer* hingga proses yang dilakukan operator yaitu proses Pungut Obat. Berikut merupakan keterangan dari tiap modul yang digunakan pada simulasi Arena untuk *Tray Conveyor A* tersebut diatas.

Tabel 4.40 Keterangan untuk Modul Simulasi Arena *Tray Conveyor A*

No	Modul Simulasi Tray A	Jenis Modul	Keterangan
1	Kedatangan Produk	Basic Process	Produk dari proses pengeringan <i>oven dryer</i>
2	Awal Konveyor	Advanced Transfer	Ujung awal Pembalik Tray

Tabel 4.10 Keterangan untuk Modul Simulasi Arena *Tray Conveyor A* (Lanjutan)

No	Modul Simulasi Tray A	Jenis Modul	Keterangan
3	Access 1	Advanced Transfer	Pemindahan dari pembalik Tray ke <i>Tray Conveyor</i>
4	Conveyor 1	Advanced Transfer	<i>Tray Conveyor A</i>
5	Ujung Konveyor	Advanced Transfer	Ujung <i>Tray Conveyor A</i>
6	Exit 1	Advanced Transfer	Produk keluar dari proses pemindahan <i>Tray Conveyor</i>
7	Separate 1	Basic Process	Menunjukkan adanya separate 8 produk dari Pembalik Tray ke <i>Tray Conveyor</i> menjadi 1 produk berurutan
8	Hold 2	Basic Process	Menunjukkan situasi proses berlangsung jika terdapat WIP (<i>work-in-process</i>)
9	Batch 1	Basic Process	Menunjukkan adanya batch 5 produk dari <i>Tray Conveyor</i> ke Proses Pungut Obat (Process 1)
10	Process 1	Basic Process	Proses Pungut <i>Circle repellent</i>
11	Dispose 1	Basic Process	Menunjukkan sistem sudah selesai

Untuk gambar setiap modul *Tray Conveyor A*, B dan C akan ditampilkan pada Lampiran 7, dimana setiap isi modul akan ditampilkan sehingga dapat diketahui tiap waktu yang digunakan dalam melakukan simulasi *Tray Conveyor A*. Selain itu pada Lampiran 7 akan ditunjukkan pengaturan yang dilakukan terlebih dahulu untuk membuat model Arena dengan menyesuaikan kondisi sistem yang akan disimulasikan sehingga dapat hasil simulasi yang akurat. Berikut merupakan hasil dari *running* simulasi model *Tray Conveyor A*.

Number Out	Value
System	7,197
Number Waiting	
	Average
Access 1.Queue	172800.00
Batch 1.Queue	0.00
Hold 2.Queue	39426.92
Process 1.Queue	0.00

Gambar 4.21 Hasil *Report* Model Simulasi *Tray Conveyor A*

Dapat dilihat pada Gambar 4.21 tersebut diatas didapatkan jumlah output dari sistem pemindahan produk sejumlah 71.970 (perkalian 10 pada *number out* dikarenakan pada input data untuk waktu antar kedatangan tidak bisa 3 desimal dibelakang koma), dimana sistem dengan sejumlah output tersebut memiliki jumlah WIP sebanyak 39.427. Sehingga didapatkan nilai produktivitas untuk *Tray Conveyor A* sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}}$$

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{71.970}{104.513}$$

$$\text{Produktivitas Tray Conveyor A} = 0,688$$

4.8.3.1 Jumlah Replikasi Model Simulasi *Tray Conveyor A*

Pada bagian ini akan dilakukan penentuan jumlah replikasi pada model simulasi yang dilakukan dalam *software* Arena dimana penentuan jumlah replikasi akan mempengaruhi pengulangan model simulasi pada *software* Arena. Kondisi eksisting yang telah dimodelkan menunjukkan bahwa sistem pemindahan produk pada PT XZ Surabaya termasuk kedalam *terminating condition*. *Terminating condition* merupakan kondisi dimana *initial condition* pada sistem menghasilkan replikasi yang sama, sehingga *warming up period* tidak mempengaruhi sistem. Untuk menentukan jumlah replikasi, digunakan rumus sebagai berikut:

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2} \quad (4.4)$$

Dimana,

$$h = hw = t_{n-1, \alpha/2}^1 \frac{S^1}{n^{0.5}} \quad (4.5)$$

Keterangan:

- n = Jumlah replikasi awal
- n' = Jumlah replikasi minimal
- $Z_{1-\alpha/2}^2$ = 1.96
- $t_{n-1, \alpha/2}^1$ = 2.26
- S = Standar deviasi
- α = Derajat Kebebasan (0.05)
- h = *half-width*

Berdasarkan hasil *running software* pada Arena dengan jumlah replikasi awal sebanyak 10 replikasi, didapatkan data replikasi sebagai berikut.

Tabel 4.41 Hasil *Number Out* Simulasi untuk Tray Konveyor A

Replikasi ke-	<i>Number Out</i>
1	71970
2	71820
3	72030
4	71980
5	71930
6	72010
7	71770
8	71550
9	72060
10	71920
Rata-rata	71904
Standar Deviasi	145,89

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan data yang ada, didapatkan $df = n - 1 = 9$, maka didapatkan nilai $t = 2,26$ berdasarkan tabel statistik dan nilai Z sebesar $1,96$ dengan besaran derajat kebebasan ($\alpha = 0,05$). Dengan hasil perhitungan rata tersebut diatas maka dapat dilakukan perhitungan jumlah replikasi. Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah replikasi.

- a. Perhitungan *Half-width*

$$h = hw = t_{n-1, \alpha/2}^1 \frac{S^1}{n^{0.5}}$$

$$hw = 2,26 \frac{145,89^1}{10^{0.5}}$$

$$hw = 104,26$$

- b. Perhitungan Jumlah Replikasi

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2}$$

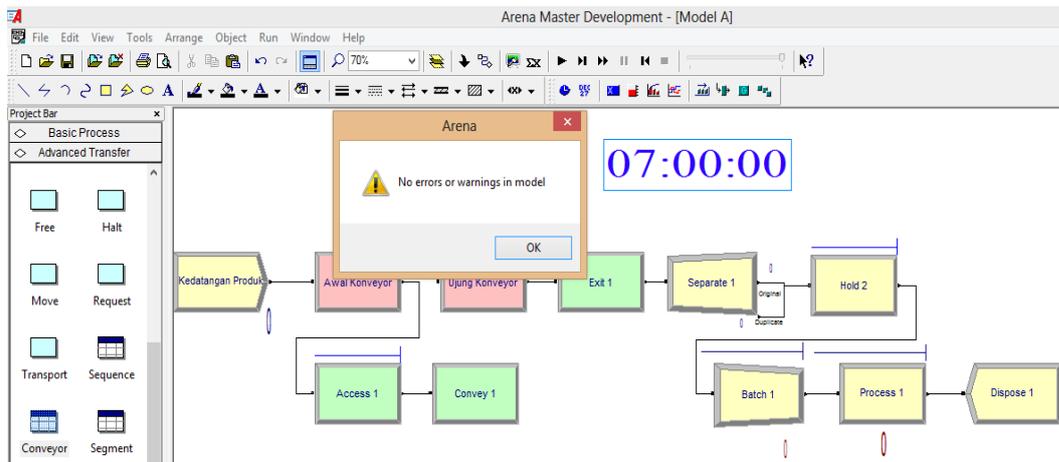
$$n' = 1,96 \frac{145,89^2}{104,26^2}$$

$$n' = 3,837$$

Berdasarkan hasil perhitungan hw didapatkan nilai sebesar $104,26$ dengan $n = 10$. Dengan nilai hw $104,26$ dari jumlah standar deviasi eror tersebut didapatkan nilai n' sebesar $3,837 \sim 4$, yang berarti replikasi yang harus dilakukan yaitu sebanyak 6 replikasi. Dengan demikian pengambilan data sebanyak 10 yang telah dilakukan tersebut pada tahap selanjutnya akan dilakukan verifikasi dan validasi.

4.8.3.2 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Tray Conveyor A

Verifikasi merupakan tahapan yang dilakukan dalam simulasi untuk melakukan pengecekan apakah model Arena yang telah dibuat sesuai dengan model konseptual. Verifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan pengecekan pada model Arena yang memiliki eror maupun tidak. Berikut merupakan hasil verifikasi model simulasi Arena sistem pemindahan produk *Tray Conveyor A*.



Gambar 4.22 Verifikasi Model Simulasi Arena *Tray Conveyor A*

Dari hasil verifikasi model simulasi Arena untuk *Tray Conveyor A* didapatkan hasil tidak ada eror pada model yang dijalankan. Dengan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa model yang telah dibuat telah terverifikasi.

Setelah melakukan verifikasi model simulasi, selanjutnya akan dilakukan validasi terhadap model simulasi *Tray Conveyor A*. Validasi merupakan pengecekan kesesuaian model simulasi dengan kondisi *real system*. Model dapat dikatakan valid jika tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil dari model simulasi dengan kondisi yang ada pada *real system*.

Dalam melakukan validasi terdapat dua metode yang digunakan. Metode tersebut adalah *Welch Confidence* dan *Paired-t Confidence*. *Welch Confidence* merupakan metode validasi yang digunakan ketika observasi dari masing-masing populasi harus terdistribusi normal serta populasi independen antar dan dalam populasi. Selain itu, jumlah sampel dan variansi dalam populasi tersebut tidak harus sama. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk *Welch Confidence*.

$$r = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1} + \frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}} \quad (4.6)$$

$$hw = t_{r,a/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \quad (4.7)$$

Dimana dengan kedua rumus tersebut akan didapatkan *confidence interval* untuk mengetahui tingkat signifikan antara data aktual dengan hasil simulasi.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw \quad (4.8)$$

Untuk *Paired-t Confidence* digunakan untuk observasi yang memiliki distribusi normal serta independen dalam popuasi tapi tidak harus independen antar populasi. Jumlah sampel dan variansi dalam populasi untuk *Paired-t Confidence* harus memiliki nilai yang sama. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk *Paired-t Confidence*.

$$HW = \frac{[t_{n-1, \alpha/2}]s}{\sqrt{n}} \quad (4.9)$$

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw \quad (4.10)$$

Pada simulasi untuk *Tray Conveyor A* akan digunakan kedua metode tersebut, sehingga didapatkan hasil validasi yang lebih akurat. Tahap pertama untuk melakukan validasi dilakukan dengan memandingkan antara *output* simulasi dan aktual. *Output* simulasi didapatkan dari hasil replikasi dan *output* aktual adalah *output* saat melakukan pengamatan. *Output* aktual tersebut diasumsikan sama untuk setiap replikasi. Adapun validasi sistem simulasi *Tray Conveyor A* sebagai berikut.

Tabel 4.42 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray Konveyor A

Replikasi ke-	Output Aktual	Output Simulasi	Perbedaan
1	71917	71970	-53
2	71803	71820	-17
3	72009	72030	-21
4	71934	71980	-46
5	71879	71930	-51
6	71981	72010	-29

Tabel 4.43 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray
Konveyor A (Lanjutan)

Replikasi ke-	Output Aktual	Output Simulasi	Perbedaan
7	71748	71770	-22
8	71517	71550	-33
9	72007	72060	-53
10	71879	71920	-41
Rata-rata	71867,4	71904	-36,6
Standar Deviasi	141,701	145,890	13,283
Variansi	22310,267	23648,889	196,044

Dalam melakukan validasi untuk model simulasi, menggunakan hipotesa sebagai acuan pencapaian yang ingin dicapai dari adanya validasi itu sendiri. Berikut merupakan hipotesa yang digunakan untuk validasi model simulasi *Tray Conveyor A*.

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan hasil aktual)

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (Terdapat perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan hasil aktual)

Berikut merupakan proses validasi yang dilakukan pada sistem simulasi *Tray Conveyor A*, dalam hal ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

a. *Welch Confidence*

$$r = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1} + \frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{141,701^2}{10} + \frac{145,890^2}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{141,701^2}{10}\right)^2}{9} + \frac{\left(\frac{145,890^2}{10}\right)^2}{9}}$$

$$r = 17,984$$

Dengan $r = 18$ dan $\alpha = 0,05$ maka akan didapatkan nilai hw sebagai berikut.

$$hw = t_{r,a/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

$$hw = t_{18,a/2} \sqrt{\frac{141,701^2}{10} + \frac{145,890^2}{10}}$$

$$hw = 2,10092 \times 64,314$$

$$hw = 135,119$$

Confidence interval pada data tersebut diatas yang telah dilakukan perhitungan, antara lain sebagai berikut.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw$$

$$(71867,4 - 71904) - 135,119 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (71867,4 - 71904) + 135,119$$

$$-171,719 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 98,509$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa nilai $\mu_1 - \mu_2$ berada pada rentang antara (-171,719) sampai 98,509. Nilai 0 terletak pada rentang tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$. Hasil $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *output* aktual dengan *output* model simulasi sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut valid.

b. *Paired-t Confidence*

$$Hw = \frac{[t_{n-1,a/2}]s^2}{\sqrt{n}}$$

$$Hw = \frac{[2,10092]196,004}{\sqrt{10}}$$

$$Hw = 117,221$$

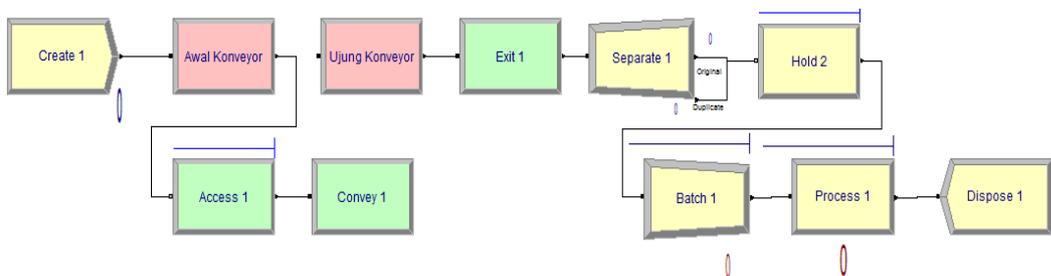
Confidence interval pada data tersebut diatas yang telah dilakukan perhitungan, antara lain sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw \\
(71867,4 - 71904) - 117,221 &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq (71867,4 - 71904) + 117,221 \\
-153,821 &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq 80,621
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa nilai $\mu_1 - \mu_2$ berada pada rentang antara (-153,821) sampai 80,621. Nilai 0 terletak pada rentang tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$. Hasil $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *output* aktual dengan *output* model simulasi sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut valid.

4.8.4 Simulasi Sistem Pindahan Tray Conveyor B

Simulasi sitem pemindahan *Tray Conveyor* B dilakukan dengan menggunakan model simulasi Arena. Simulasi didasarkan pada kondisi eksisting proses pemindahan yang dilakukan oleh *Tray Conveyor* A. Dimana jam kerja yang diterapkan untuk operasional *Tray Conveyor* B adalah 8 jam per shift. Berikut merupakan model simulasi Arena *Tray Conveyor* B.



Gambar 4.23 Model Simulasi *Tray Conveyor* B

Berdasarkan model Arena gambar 4.23, diperoleh gambaran proses dari sistem pemindahan produk *Tray Conveyor* B. Yang terdiri dari proses pemindahan dari proses pengeringan ke pembalik Tray, proses pemindahan dari pembalik Tray ke *Tray Conveyor* dan proses pemindahan dari *Tray Conveyor* ke *Belt* Konveyor. Setelah dilakukan pembuatan model Arena, selanjutnya menentukan jumlah replikasi yang digunakan dalam melakukan simulasi model

yan sudah dibuat. Penentuan jumlah replikasi dapat dilakukan dengan mengatur *run set-up* pada *software* Arena. Untuk model simulasi *Tray Conveyor B* menggunakan replikasi 1 kali. Berikut merupakan hasil dari *running* simulasi model *Tray Conveyor B*.

Number Out	Value
System	7,188
Number Waiting	Average
Access 1.Queue	175680.00
Batch 1.Queue	0.00
Hold 2.Queue	16426.98
Process 1.Queue	0.00

Gambar 4.24 Hasil *Report* Model Simulasi *Tray Conveyor B*

Dapat dilihat pada Gambar 4.24 tersebut diatas didapatkan jumlah output dari sistem pemindahan produk sejumlah 71.880 (perkalian 10 pada *number out* dikarenakan pada input data untuk waktu antar kedatangan tidak bisa 3 desimal dibelakang koma), dimana sistem dengan sejumlah output tersebut memiliki jumlah WIP sebanyak 16.426. Sehingga didapatkan nilai produktivitas untuk *Tray Conveyor B* sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}}$$

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{71.880}{127.334}$$

$$\text{Produktivitas Tray Conveyor B} = 0,564$$

4.8.4.1 Jumlah Replikasi Model Simulasi *Tray Conveyor B*

Pada bagian ini akan dilakukan penentuan jumlah replikasi pada model simulasi yang dilakukan dalam *software* Arena dimana penentuan jumlah replikasi akan mempengaruhi pengulangan model simulasi pada *software* Arena. Kondisi eksisting yang telah dimodelkan menunjukkan bahwa sistem pemindahan produk pada PT XZ Surabaya termasuk kedalam *terminating condition*.

Terminating condition merupakan kondisi dimana *initial condition* pada sistem menghasilkan replikasi yang sama, sehingga *warming up period* tidak mempengaruhi sistem. Untuk menentukan jumlah replikasi menggunakan rumus yang sama dengan *Tray Conveyor A*.

Tabel 4.44 Hasil *Number Out* Simulasi untuk Tray Konveyor B

Replikasi ke-	<i>Number Out</i>
1	71880
2	71740
3	71950
4	71910
5	71850
6	71920
7	71690
8	71470
9	71980
10	71840
Rata-rata	71823
Standar Deviasi	145,331

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan data yang ada, didapatkan $df = n - 1 = 9$, maka didapatkan nilai $t = 2,26$ berdasarkan tabel statistik dan nilai Z sebesar 1,96 dengan besaran derajat kebebasan ($\alpha = 0,05$). Dengan hasil perhitungan rata tersebut diatas maka dapat dilakukan perhitungan jumlah replikasi. Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah replikasi.

- a. Perhitungan *Half-width*

$$h = hw = t_{n-1, \alpha/2}^1 \frac{S^1}{n^{0.5}}$$

$$hw = 2,26 \frac{145,331^1}{10^{0.5}}$$

$$hw = 103,864$$

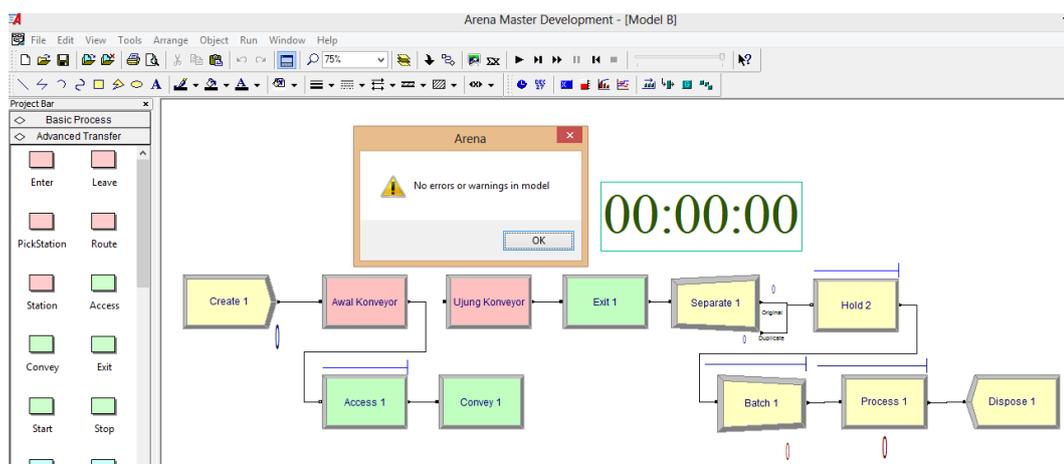
b. Perhitungan Jumlah Replikasi

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2}$$
$$n' = 1,96 \frac{145,331^2}{103,864^2}$$
$$n' = 3,837$$

Berdasarkan hasil perhitungan hw didapatkan nilai sebesar 103,864 dengan $n = 10$. Dengan nilai hw 103,864 dari jumlah standar deviasi eror tersebut didapatkan nilai n' sebesar 3,837 ~ 4, yang berarti replikasi yang harus dilakukan yaitu sebanyak 6 replikasi. Dengan demikian pengambilan data sebanyak 10 yang telah dilakukan tersebut pada tahap selanjutnya akan dilakukan verifikasi dan validasi.

4.8.4.2 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Tray Conveyor B

Verifikasi merupakan tahapan yang dilakukan dalam simulasi untuk melakukan pengecekan apakah model Arena yang telah dibuat sesuai dengan model konseptual. Verifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan pengecekan pada model Arena yang memiliki eror maupun tidak. Berikut merupakan hasil verifikasi model simulasi Arena sistem pemindahan produk *Tray Conveyor B*.



Gambar 4.25 Verifikasi Model Simulasi Arena *Tray Conveyor B*

Dari hasil verifikasi model simulasi Arena untuk *Tray Conveyor B* didapatkan hasil tidak ada eror pada model yang dijalankan. Dengan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa model yang telah dibuat telah terverifikasi.

Setelah melakukan verifikasi model simulasi, selanjutnya akan dilakukan validasi terhadap model simulasi *Tray Conveyor B*. Validasi merupakan pengecekan kesesuaian model simulasi dengan kondisi *real system*. Model dapat dikatakan valid jika tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil dari model simulasi dengan kondisi yang ada pada *real system*.

Pada simulasi untuk *Tray Conveyor B* akan digunakan sama halnya dengan *Tray Conveyor A*. *Output* simulasi didapatkan dari hasil replikasi dan *output* aktual adalah *output* saat melakukan pengamatan. *Output* aktual tersebut diasumsikan sama untuk setiap replikasi. Adapun validasi sistem simulasi *Tray Conveyor b* sebagai berikut.

Tabel 4.45 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual Tray Konveyor B

Replikasi ke-	<i>Output</i> Aktual	<i>Output</i> Simulasi	Perbedaan
1	71817	71880	-63
2	71703	71740	-37
3	71908	71950	-42
4	71837	71910	-73
5	71793	71850	-57
6	71837	71920	-83
7	71642	71690	-48
8	71416	71470	-54
9	71931	71980	-49
10	71790	71840	-50
Rata-rata	71767,4	71823	-55,6
Standar Deviasi	142,549	145,331	13,328
Variansi	22578,044	23467,778	197,378

Dalam melakukan validasi untuk model simulasi, menggunakan hipotesa sebagai acuan pencapaian yang ingin dicapai dari adanya validasi itu sendiri. Berikut merupakan hipotesa yang digunakan untuk validasi model simulasi *Tray Conveyor B*.

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan hasil aktual)

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (Terdapat perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan hasil aktual)

Berikut merupakan proses validasi yang dilakukan pada sistem simulasi *Tray Conveyor B*, dalam hal ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

a. *Welch Confidence*

$$r = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1} + \frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{142,549^2}{10} + \frac{145,331^2}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{142,549^2}{10}\right)^2}{9} + \frac{\left(\frac{145,331^2}{10}\right)^2}{9}}$$

$$r = 17,993$$

Dengan $r = 18$ dan $\alpha = 0,05$ maka akan didapatkan nilai hw sebagai berikut.

$$hw = t_{r, \alpha/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

$$hw = t_{18, \alpha/2} \sqrt{\frac{142,549^2}{10} + \frac{145,331^2}{10}}$$

$$hw = 2,10092 \times 64,374$$

$$hw = 135,246$$

Confidence interval pada data tersebut diatas yang telah dilakukan perhitungan, antara lain sebagai berikut.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw$$

$$(71767,4 - 71823) - 135,246 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (71767,4 - 71823) + 135,246$$

$$-190,846 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 79,646$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa nilai $\mu_1 - \mu_2$ berada pada rentang antara (-190,846) sampai 79,646. Nilai 0 terletak pada rentang tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$. Hasil $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *output* aktual dengan *output* model simulasi sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut valid.

b. *Paired-t Confidence*

$$HW = \frac{[t_{n-1, \alpha/2}]s^2}{\sqrt{n}}$$

$$HW = \frac{[2,10092]197,738}{\sqrt{10}}$$

$$HW = 118,018$$

Confidence interval pada data tersebut diatas yang telah dilakukan perhitungan, antara lain sebagai berikut.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw$$

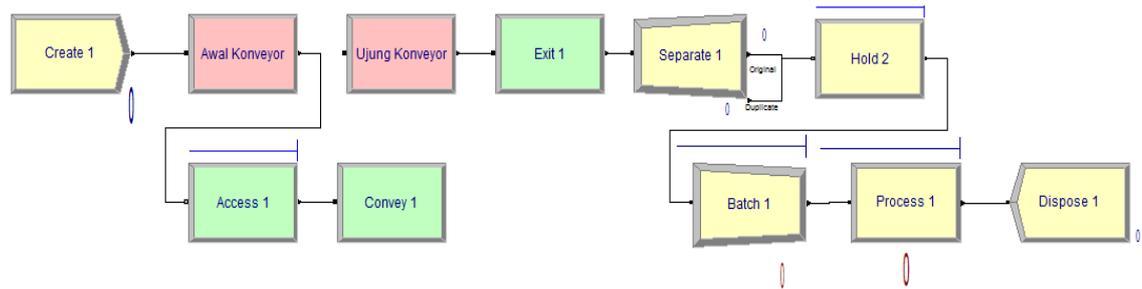
$$(71767,4 - 71823) - 118,018 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (71767,4 - 71823) + 118,018$$

$$-173,618 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 62,418$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa nilai $\mu_1 - \mu_2$ berada pada rentang antara (-173,618) sampai 62,418. Nilai 0 terletak pada rentang tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$. Hasil $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *output* aktual dengan *output* model simulasi sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut valid.

4.8.5 Simulasi Sistem Pemindahan Tray Conveyor C

Simulasi sistem pemindahan *Tray Conveyor B* dilakukan dengan menggunakan model simulasi Arena. Simulasi didasarkan pada kondisi eksisting proses pemindahan yang dilakukan oleh *Tray Conveyor A*. Dimana jam kerja yang diterapkan untuk operasional *Tray Conveyor B* adalah 8 jam per shift. Berikut merupakan model simulasi Arena *Tray Conveyor C*.



Gambar 4.26 Model Simulasi *Tray Conveyor C*

Berdasarkan model Arena gambar 4.26, diperoleh gambaran proses dari sistem pemindahan produk *Tray Conveyor C*. Yang terdiri dari proses pemindahan dari proses pengeringan ke pembalik Tray, proses pemindahan dari pembalik Tray ke *Tray Conveyor* dan proses pemindahan dari *Tray Conveyor* ke *Belt Konveyor*. Setelah dilakukan pembuatan model Arena, selanjutnya menentukan jumlah replikasi yang digunakan dalam melakukan simulasi model yang sudah dibuat. Penentuan jumlah replikasi dapat dilakukan dengan mengatur *run set-up* pada *software* Arena. Untuk model simulasi *Tray Conveyor C* menggunakan replikasi 1 kali. Berikut merupakan hasil dari *running* simulasi model *Tray Conveyor C*.

Number Out	Value
System	7,184
Number Waiting	
	Average
Access 1.Queue	176400.00
Batch 1.Queue	0.00004321
Hold 2.Queue	10687.52
Process 1.Queue	0.00

Gambar 4.27 Hasil *Report* Model Simulasi *Tray Conveyor C*

Dapat dilihat pada Gambar 4.27 tersebut diatas didapatkan jumlah output dari sistem pemindahan produk sejumlah 71.840 (perkalian 10 pada *number out* dikarenakan pada input data untuk waktu antar kedatangan tidak bisa 3 desimal dibelakang koma), dimana sistem dengan sejumlah output tersebut memiliki jumlah WIP sebanyak 10.687 unit produk *double coil* per shift. Sehingga didapatkan nilai produktivitas untuk *Tray Conveyor C* sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}}$$

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{71.840}{132.993}$$

$$\text{Produktivitas Tray Conveyor C} = 0,54$$

Pada bagian ini akan dilakukan penentuan jumlah replikasi pada model simulasi yang dilakukan dalam *software* Arena dimana penentuan jumlah replikasi akan mempengaruhi pengulangan model simulasi pada *software* Arena. Kondisi eksisting yang telah dimodelkan menunjukkan bahwa sistem pemindahan produk pada PT XZ Surabaya termasuk kedalam *terminating condition*. *Terminating condition* merupakan kondisi dimana *initial condition* pada sistem menghasilkan replikasi yang sama, sehingga *warming up period* tidak mempengaruhi sistem. Untuk menentukan jumlah replikasi menggunakan rumus yang sama dengan *Tray Conveyor A* dan *B*.

Tabel 4.46 Hasil *Number Out* Simulasi untuk Tray Konveyor C

Replikasi ke-	<i>Number Out</i>
1	71840
2	71690
3	71900
4	71870
5	71810
6	71880
7	71650
8	71430

Tabel 4.47 Hasil *Number Out* Simulasi untuk *Tray Conveyor C* (Lanjutan)

Replikasi ke-	<i>Number Out</i>
9	71940
10	71790
Rata-rata	71780
Standar Deviasi	144,983

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan data yang ada, didapatkan $df = n - 1 = 9$, maka didapatkan nilai $t = 2,26$ berdasarkan tabel statistik dan nilai Z sebesar 1,96 dengan besaran derajat kebebasan ($\alpha = 0,05$). Dengan hasil perhitungan rata tersebut diatas maka dapat dilakukan perhitungan jumlah replikasi. Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah replikasi.

- a. Perhitungan *Half-width*

$$h = hw = t_{n-1, \alpha/2}^1 \frac{S^1}{n^{0.5}}$$

$$hw = 2,26 \frac{144,983^1}{10^{0.5}}$$

$$hw = 103,616$$

- b. Perhitungan Jumlah Replikasi

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2}$$

$$n' = 1,96 \frac{144,983^2}{103,616^2}$$

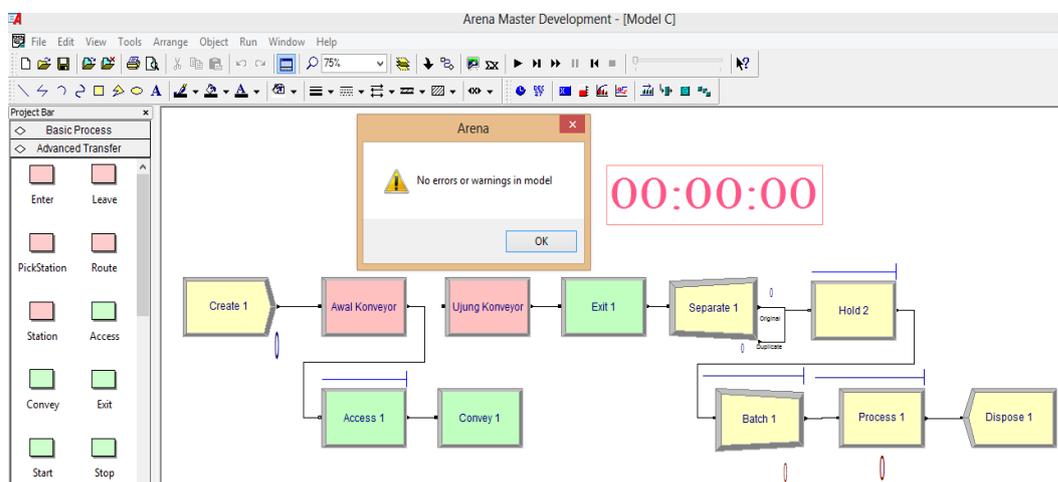
$$n' = 3,837$$

Berdasarkan hasil perhitungan hw didapatkan nilai sebesar 103,616 dengan $n = 10$. Dengan nilai hw 103,616 dari jumlah standar deviasi eror tersebut didapatkan nilai n' sebesar $3,837 \sim 4$, yang berarti replikasi yang harus dilakukan yaitu sebanyak 6 replikasi. Dengan demikian pengambilan data sebanyak 10 yang

telah dilakukan tersebut pada tahap selanjutnya akan dilakukan verifikasi dan validasi.

4.8.5.1 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Tray Conveyor C

Verifikasi merupakan tahapan yang dilakukan dalam simulasi untuk melakukan pengecekan apakah model Arena yang telah dibuat sesuai dengan model konseptual. Verifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan pengecekan pada model Arena yang memiliki eror maupun tidak. Berikut merupakan hasil verifikasi model simulasi Arena sistem pemindahan produk *Tray Conveyor C*.



Gambar 4.28 Verifikasi Model Simulasi Arena *Tray Conveyor C*

Dari hasil verifikasi model simulasi Arena untuk *Tray Conveyor C* didapatkan hasil tidak ada eror pada model yang dijalankan. Dengan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa model yang telah dibuat telah terverifikasi.

Setelah melakukan verifikasi model simulasi, selanjutnya akan dilakukan validasi terhadap model simulasi *Tray Conveyor C*. Validasi merupakan pengecekan kesesuaian model simulasi dengan kondisi *real system*. Model dapat dikatakan valid jika tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil dari model simulasi dengan kondisi yang ada pada *real system*.

Pada simulasi untuk *Tray Conveyor C* akan digunakan sama halnya dengan *Tray Conveyor A* dan *B*. *Output* simulasi didapatkan dari hasil replikasi dan *output* aktual adalah *output* saat melakukan pengamatan. *Output* aktual

tersebut diasumsikan sama untuk setiap replikasi. Adapun validasi sistem simulasi *Tray Conveyor C* sebagai berikut.

Tabel 4.48 Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Aktual *Tray Conveyor C*

Replikasi ke-	Output Aktual	Output Simulasi	Perbedaan
1	71817	71840	-23
2	71680	71690	-10
3	71879	71900	-21
4	71833	71870	-37
5	71793	71810	-17
6	71837	71880	-43
7	71632	71650	-18
8	71413	71430	-17
9	71931	71940	-9
10	71758	71790	-32
Rata-rata	71757,3	71780	-22,7
Standar Deviasi	142,170	144,983	10,687
Variansi	22458,011	23355,556	126,900

Dalam melakukan validasi untuk model simulasi, menggunakan hipotesa sebagai acuan pencapaian yang ingin dicapai dari adanya validasi itu sendiri. Berikut merupakan hipotesa yang digunakan untuk validasi model simulasi *Tray Conveyor C*.

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan hasil aktual)

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (Terdapat perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan hasil aktual)

Berikut merupakan proses validasi yang dilakukan pada sistem simulasi *Tray Conveyor C*, dalam hal ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

a. *Welch Confidence*

$$r = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1} + \frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_x^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_y^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{142,170^2}{10} + \frac{144,983^2}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{142,170^2}{10}\right)^2}{9} + \frac{\left(\frac{144,983^2}{10}\right)^2}{9}}$$

$$r = 17,993$$

Dengan $r = 18$ dan $\alpha = 0,05$ maka akan didapatkan nilai hw sebagai berikut.

$$hw = t_{r,\alpha/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

$$hw = t_{18,\alpha/2} \sqrt{\frac{142,170^2}{10} + \frac{144,983^2}{10}}$$

$$hw = 2,10092 \times 64,212$$

$$hw = 134,904$$

Confidence interval pada data tersebut diatas yang telah dilakukan perhitungan, antara lain sebagai berikut.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw$$

$$(71757,3 - 71780) - 134,904 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (71757,3 - 71780) + 134,904$$

$$-157,604 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 112,204$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa nilai $\mu_1 - \mu_2$ berada pada rentang antara (-157,604) sampai 112,204. Nilai 0 terletak pada rentang tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$. Hasil $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *output* aktual dengan *output* model simulasi sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut valid.

b. *Paired-t Confidence*

$$Hw = \frac{[t_{n-1, \alpha/2}]s^2}{\sqrt{n}}$$

$$Hw = \frac{[2,10092]114,210}{\sqrt{10}}$$

$$Hw = 75,877$$

Confidence interval pada data tersebut diatas yang telah dilakukan perhitungan, antara lain sebagai berikut.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw$$

$$(71757,3 - 71780) - 75,877 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (71757,3 - 71780) + 75,877$$

$$-98,577 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 53,177$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa nilai $\mu_1 - \mu_2$ berada pada rentang antara (-98,577) sampai 53,177. Nilai 0 terletak pada rentang tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa $\mu_1 - \mu_2 = 0$. Hasil $\mu_1 - \mu_2 = 0$ dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *output* aktual dengan *output* model simulasi sehingga dapat dikatakan bahwa model tersebut valid.

4.9 Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

Pada subbab ini akan dilakukan perhitungan NPV dari *Tray Conveyor A*, *Tray B* dan *Tray C*. Sebelum melakukan perhitungan NPV, akan dilakukan perhitungan biaya pengeluaran dari mesin *Tray Conveyor* yang mencakup perhitungan depresiasi, biaya kebutuhan listrik, biaya operasional, dan biaya *rework*.

4.9.1 Perhitungan *Biaya Pengeluaran Tray Conveyor A*

Untuk tahap ini akan dilakukan perhitungan nilai depresiasi dari *Tray Conveyor A* terlebih dahulu. Hasil perhitungan depresiasi dapat dilihat pada Tabel

4.19, dimana hasil perhitungan tersebut didapatkan berdasarkan nilai investasi yang didapatkan dari perusahaan. Dalam hal ini metode depresiasi yang digunakan adalah *straight line*, sehingga depresiasi mesin konveyor untuk setiap tahunnya dibebankan 8,3% dari nilai investasi mesin konveyor tersebut.

Tabel 4.49 Depresiasi *Tray Conveyor A*

Tahun	Biaya Investasi	Depresiasi (8.3%)	Nilai Sisa
2014	Rp 93,600,000	Rp 7,800,000	Rp 85,800,000
2015		Rp 7,800,000	Rp 78,000,000
2016		Rp 7,800,000	Rp 70,200,000

Setelah melakukan perhitungan nilai depresiasi untuk *Tray Conveyor A* yang memiliki nilai depresiasi Rp 7,800,000.00 setiap tahunnya, selanjutnya melakukan perhitungan biaya operasional dari *Tray A* seperti yang tertera pada Tabel 4.20. Berikut merupakan biaya operasional dari *Tray Conveyor A* untuk setiap item komponennya.

Tabel 4.50 Biaya Operasional *Tray Conveyor A*

Item	Jumlah	Life Time (Tahun)	Harga	Total	Biaya pertahun
Motor C1	1	5	Rp 2,200,000	Rp 2,200,000	Rp 440,000
Motor C2	1	5	Rp 2,200,000	Rp 2,200,000	Rp 440,000
Motor C3	1	5	Rp 2,200,000	Rp 2,200,000	Rp 440,000
Belt C1	1	1	Rp 615,000	Rp 615,000	Rp 615,000
Belt C2	1	1	Rp 615,000	Rp 615,000	Rp 615,000
Belt C3	1	1	Rp 521,000	Rp 521,000	Rp 521,000
Inverter C1	1	5	Rp 2,800,000	Rp 2,800,000	Rp 560,000
Inverter C2	1	5	Rp 2,800,000	Rp 2,800,000	Rp 560,000
Inverter C3	1	5	Rp 2,800,000	Rp 2,800,000	Rp 560,000
Roller	6	5	Rp 125,000	Rp 750,000	Rp 150,000
Bearing	12	0.5	Rp 12,500	Rp 150,000	Rp 300,000
				Total/ tahun	Rp 5,201,000

Dapat dilihat dari hasil perhitungan biaya operasional untuk *Tray Conveyor A* didapatkan nilai sebesar Rp 5,201,000.00 per tahunnya. Setiap

komponen memiliki biaya operasional yang berbeda, namun untuk komponen dengan jenis yang sama memiliki biaya operasional yang sama. Untuk perhitungan selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap biaya konsumsi listrik *Tray Conveyor A* yang dimana pada PT XZ Surabaya untuk mesin *Tray Conveyor* dijalankan secara kontinyu (terus menerus) selama 24 jam sehari, sehingga hal tersebut akan mempengaruhi *outcome* per hari.

Tabel 4.51 Biaya Konsumsi Listrik *Tray Conveyor A*

Motor	Jumlah	KW	Harga /kw (Rupiah)	Operasional (Jam)	Total Biaya Listrik/bulan
Motor C1	1	0.75	860	24	Rp 464,400
Motor C2	1	0.75	860	24	Rp 464,400
Motor C3	1	0.75	860	24	Rp 464,400
Total/ bulan					Rp 1,393,200
Total/ tahun					Rp 16,718,400

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik tiap komponen dari mesin *Tray Conveyor A* didapatkan nilai Rp 16,718,400.00 per tahun untuk memenuhi kebutuhan listrik yang menjadi salah satu faktor jalannya mesin konveyor itu sendiri. Selain biaya kebutuhan listrik, selanjutnya melakukan perhitungan biaya *rework* yang menjadi fokus dari penelitian ini untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan akibat dari adanya produk cacat.

Tabel 4.52 Biaya *Rework Tray Conveyor A*

No	Deskripsi	Biaya <i>Rework</i> per karung	Jumlah karung per tahun	Biaya <i>rework</i> per tahun
1	<i>Rework</i> produk cacat <i>Tray Conveyor</i>	Rp 30,000	11925	Rp 357,750,000

Jika dilihat dari hasil perhitungan biaya *rework* akibat dari produk cacat didapatkan senilai Rp 357,750,000.00 untuk pengeluaran biaya *rework* per tahun. Selanjutnya, seluruh biaya pengeluaran *Tray Conveyor A* yang telah dihitung (*outcome*) dilakukan rekapitulasi untuk mengetahui total biaya yang harus

dikeluarkan oleh perusahaan untuk mesin *Tray Conveyor A*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan *outcome* dari *Tray Conveyor A*.

Tabel 4.53 Rekapitulasi Perhitungan *Outcome Tray Conveyor A*

No	Deskripsi	Jumlah
1	Biaya Operasional	Rp5,201,000
2	Biaya Listrik	Rp16,718,400
3	Biaya <i>Rework</i>	Rp357,750,000
Total per tahun		Rp379,669,400

Berdasarkan hasil rekapitulasi didapatkan senilai Rp 379,669,400.00 untuk biaya pengeluaran *Tray Conveyor A*. Biaya tersebut terbilang cukup tinggi jika dikaitkan dengan presentase biaya *material handling* terhadap biaya produksi secara keseluruhan. Sehingga, biaya tersebut juga mempengaruhi pemikiran perusahaan untuk melakukan perbaikan.

4.9.2 Perhitungan Biaya Pengeluaran *Tray Conveyor B*

Untuk tahap ini akan dilakukan perhitungan nilai depresiasi dari *Tray Conveyor B*. Hasil perhitungan depresiasi dapat dilihat pada Tabel 4.24, dimana hasil perhitungan tersebut didapatkan berdasarkan nilai investasi yang didapatkan dari perusahaan. Dalam hal ini metode depresiasi yang digunakan adalah *straight line*, sehingga depresiasi mesin konveyor untuk setiap tahunnya dibebankan 8,3% dari nilai investasi mesin konveyor tersebut.

Tabel 4.54 Depresiasi *Tray Conveyor B*

Tahun	Biaya Investasi	Depresiasi (8.3%)	Nilai Sisa
2016	Rp 105,000,000	Rp 8,750,000	Rp 96,250,000
2017		Rp 8,750,000	Rp 87,500,000
		Rp 8,750,000	Rp 78,750,000

Setelah melakukan perhitungan nilai depresiasi untuk *Tray Conveyor B* yang memiliki nilai depresiasi Rp 8,750,000.00 setiap tahunnya, selanjutnya melakukan perhitungan biaya operasional dari *Tray B* seperti yang tertera pada

Tabel 4.25. Berikut merupakan biaya operasional dari *Tray Conveyor B* untuk setiap item komponennya.

Tabel 4.55 Biaya Operasional *Tray Conveyor B*

Item	Jumlah	Life Time (Tahun)	Harga	Total	Biaya per tahun
Motor C3	1	5	Rp 2,200,000	Rp 2,200,000	Rp 440,000
Belt C3	1	1	Rp 521,000	Rp 521,000	Rp 521,000
Inverter C3	1	5	Rp 2,800,000	Rp 2,800,000	Rp 560,000
Motor Modullar	1	5	Rp 2,200,000	Rp 2,200,000	Rp 440,000
Bearing	2	1	Rp 12,500	Rp 25,000	Rp 25,000
Modullar CV	1	15	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 1,666,667
				Total/ tahun	Rp 3,652,667

Dapat dilihat dari hasil perhitungan biaya operasional untuk *Tray Conveyor B* didapatkan nilai sebesar Rp 3,652,667.00 per tahunnya. Setiap komponen memiliki biaya operasional yang berbeda, namun untuk komponen dengan jenis yang sama memiliki biaya operasional yang sama. Untuk perhitungan selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap biaya konsumsi listrik *Tray Conveyor B* yang dimana pada PT XZ Surabaya untuk mesin *Tray Conveyor* dijalankan secara kontinyu (terus menerus) selama 24 jam sehari, sehingga hal tersebut akan mempengaruhi *outcome* per hari.

Tabel 4.56 Biaya Konsumsi Listrik *Tray Conveyor B*

Motor	Jumlah	KW	Harga /kw (Rupiah)	Operasional (Jam)	Total Biaya Listrik/bulan
Motor C3	1	0.75	860	24	Rp 464,400
Motor Modullar	1	0.75	860	24	Rp 464,400
				Total/ bulan	Rp 928,800
				Total/ tahun	Rp 11,145,600

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik tiap komponen dari mesin *Tray Conveyor B* didapatkan nilai Rp 11,145,600.00 per tahun untuk

memenuhi kebutuhan listrik yang menjadi salah satu faktor jalannya mesin konveyor itu sendiri. Selain biaya kebutuhan listrik, selanjutnya melakukan perhitungan biaya *rework* yang menjadi fokus dari penelitian ini untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan akibat dari adanya produk cacat.

Tabel 4.57 Biaya *ReworkTray Conveyor B*

No	Deskripsi	Biaya <i>Rework</i> per karung	Jumlah karung per tahun	Biaya <i>rework</i> per tahun
1	Rework produk cacat <i>Tray Conveyor</i>	Rp 30,000	5406	Rp 162,180,000

Jika dilihat dari hasil perhitungan biaya *rework* akibat dari produk cacat didapatkan senilai Rp 162,180,000.00 untuk pengeluaran biaya *rework* per tahun. Selanjutnya, seluruh biaya pengeluaran *Tray Conveyor B* yang telah dihitung (*outcome*) dilakukan rekapitulasi untuk mengetahui total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk mesin *Tray Conveyor B*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan *outcome* dari *Tray Conveyor B*.

Tabel 4.58 Rekapitulasi Perhitungan *Outcome Tray Conveyor B*

No	Deskripsi	Jumlah
1	Biaya Operasional	Rp3,652,667
2	Biaya Listrik	Rp11,145,600
3	Biaya <i>Rework</i>	Rp162,180,000
Total per tahun		Rp 176,978,267

Berdasarkan hasil rekapitulasi didapatkan senilai Rp 176,978,267.00 untuk biaya pengeluaran *Tray Conveyor B*, dimana nilai tersebut jauh lebih rendah dari biaya pengeluaran *Tray Conveyor A* senilai Rp 379,669,400.00. Jika dibandingkan dengan *Tray Conveyor A*, *Tray Conveyor B* lebih baik dari sisi biaya pengeluaran tiap tahunnya.

4.9.3 Perhitungan Biaya Pengeluaran Tray Conveyor C

Untuk tahap ini perhitungan yang dilakukan dimulai dari perhitungan biaya investasi. Dalam hal ini, biaya investasi *Tray Conveyor C* juga berdasarkan biaya investasi *Tray Conveyor B* namun hanya menambahkan beberapa komponen tambahan sebagai perbaikan dari Tray B. Sehingga, hasil perhitungan biaya investasi *Tray Conveyor C* dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.59 Perhitungan Biaya Investasi *Tray Conveyor C*

Item	Jumlah	Life Time (Tahun)	Harga	Total
Biaya Investasi <i>Tray Conveyor B</i>	1	15	Rp 105.000.000	Rp 105.000.000
Polyurethane	0,5	3	Rp 350.000	Rp 175.000
Plat Logam A1	1	2	Rp 578.000	Rp 578.000
Plat Logam A2	1	2	Rp 128.000	Rp 128.000
Instalasi	2	-	Rp 300.000	Rp 600.000
			Total	Rp106.481.000

Hasil perhitungan depresiasi dapat dilihat pada Tabel 4.24, dimana hasil perhitungan tersebut didapatkan berdasarkan nilai investasi yang didapatkan dari perusahaan. Dalam hal ini metode depresiasi yang digunakan adalah *straight line*, sehingga depresiasi mesin konveyor untuk setiap tahunnya dibebankan 8,3% dari nilai investasi mesin konveyor tersebut.

Tabel 4.60 Depresiasi *Tray Conveyor C*

Tahun	Biaya Investasi	Depresiasi (8.3%)	Nilai Sisa
2017	Rp 106.481.000	Rp 8.837.923	Rp 97.643.077
2018		Rp 8.837.923	Rp 88.805.154
2019		Rp 8.837.923	Rp 79.967.231

Setelah melakukan perhitungan nilai depresiasi untuk *Tray Conveyor C* yang memiliki nilai depresiasi Rp8.837.923,00 setiap tahunnya, selanjutnya

melakukan perhitungan biaya operasional dari Tray C seperti yang tertera pada Tabel 4.25. Berikut merupakan biaya operasional dari *Tray Conveyor C* untuk setiap item komponennya.

Tabel 4.61 Biaya Operasional *Tray ConveyorC*

Item	Jumlah	Life Time (Tahun)	Harga	Total	Biaya per Tahun
Motor C3	1	5	Rp2.200.000	Rp2.200.000	Rp 440.000
Belt C3	1	1	Rp 521.000	Rp 521.000	Rp 521.000
Polyurethane	1	3	Rp 350.000	Rp 350.000	Rp 116.667
Plat Logam A1	1	2	Rp 578.000	Rp 578.000	Rp 289.000
Plat Logam A2	1	2	Rp 128.000	Rp 128.000	Rp 64.000
Inverter C3	1	5	Rp2.800.000	Rp2.800.000	Rp 560.000
Motor Modulllar	1	5	Rp2.200.000	Rp2.200.000	Rp 440.000
Bearing	2	1	Rp 12.500	Rp 25.000	Rp 25.000
Modullar CV	1	15	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp1.666.667
				Total	Rp 4.122.333

Dapat dilihat dari hasil perhitungan biaya operasional untuk *Tray Conveyor C* didapatkan nilai sebesar Rp 4.122.333,00per tahunnya. Setiap komponen memiliki biaya operasional yang berbeda, namun untuk komponen dengan jenis yang sama memiliki biaya operasional yang sama. Untuk perhitungan selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap biaya konsumsi listrik *Tray ConveyorC* yang dimana pada PT XZ Surabaya untuk mesin *Tray Conveyor* dijalankan secara kontinyu (terus menerus) selama 24 jam sehari, sehingga hal tersebut akan mempengaruhi *outcome* per hari.

Tabel 4.62 Biaya Konsumsi Listrik *Tray Conveyor C*

Motor	Jumlah	KW	Harga /kw (Rupiah)	Operasional (Jam)	Total Biaya Listrik/bulan
Motor C3	1	0,75	860	24	Rp 464.400
Motor Modullar	1	0,75	860	24	Rp 464.400
Total/ bulan					Rp 928.800
Total/ tahun					Rp11.145.600

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik tiap komponen dari mesin *Tray Conveyor C* didapatkan nilai Rp 11,145,600.00 per tahun untuk memenuhi kebutuhan listrik yang menjadi salah satu faktor jalannya mesin konveyor itu sendiri. Selain biaya kebutuhan listrik, selanjutnya melakukan perhitungan biaya *rework* yang menjadi fokus dari penelitian ini untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan akibat dari adanya produk cacat.

Tabel 4.63 Biaya *Rework Tray Conveyor C*

Deskripsi	Biaya <i>Rework</i> per karung	Jumlah karung per tahun	Biaya <i>rework</i> per tahun
Rework produk cacat <i>Tray Conveyor</i>	Rp 30.000	3514	Rp 105,417,000

Jika dilihat dari hasil perhitungan biaya *rework* akibat dari produk cacat didapatkan senilai Rp 105,417,000.00 untuk pengeluaran biaya *rework* per tahun. Selanjutnya, seluruh biaya pengeluaran *Tray Conveyor C* yang telah dihitung (*outcome*) dilakukan rekapitulasi untuk mengetahui total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk mesin *Tray Conveyor C*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan *outcome* dari *Tray Conveyor C*.

Tabel 4.64 Rekapitulasi Perhitungan *Outcome Tray Conveyor C*

No	Deskripsi	Jumlah
1	Biaya Operasional	Rp 4.122.333
2	Biaya Listrik	Rp 11.145.600
3	Biaya Rework	Rp 105,417,000
Total per tahun		Rp 120.684.933

Berdasarkan hasil rekapitulasi didapatkan senilai Rp 120.684.933,00 untuk biaya pengeluaran *Tray Conveyor B*, dimana nilai tersebut jauh lebih rendah dari biaya pengeluaran *Tray Conveyor A* senilai Rp 36,319,400.00. Jika dibandingkan dengan *Tray Conveyor A* dan *Tray Conveyor B*, *Tray Conveyor C* membutuhkan biaya pengeluaran lebih besar tiap tahunnya. Berikut merupakan perbedaan hasil perhitungan biaya dari *Tray Conveyor A*, *B* dan *C*.

Tabel 4.65 Perbedaan Hasil Pehitungan *Outcome* per Tahun Tiap *Tray Conveyor*

Jenis Biaya	<i>Tray Conveyor A</i>	<i>Tray Conveyor B</i>	<i>Tray Conveyor C</i>
Biaya Operasional	Rp 5.201.000	Rp 3.652.667	Rp 4.122.333
Biaya Listrik	Rp 16.718.400	Rp 11.145.600	Rp 11.145.600
Biaya Rework	Rp 357.750.000	Rp 162.180.000	Rp 105.417.000
TOTAL	Rp 379.669.400	Rp 176.978.267	Rp 120.684.933

Untuk tahap selanjutnya setelah melakukan perhitungan biaya, akan dilakukan perhitungan *net present value* (NPV). Berikut merupakan hasil perhitungan *net present value* (NPV) untuk *Tray Conveyor A*, *B* dan *C*.

4.9.4 Hasil Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

Untuk mengetahui kelayakan dari adanya investasi *Tray Conveyor A*, *B* dan *C* akan dilakukan perhitungan *Net Present Value* (NPV) untuk kondisi eksisting yaitu *Tray Conveyor A* dan *B*, serta melakukan perhitungan juga setelah penerapan *Tray Conveyor C*. Dalam perhitungan ini, nilai MARR yang digunakan

berdasarkan Bank Indonesia *Rate* pada bulan Juli 2016, yaitu sebesar 6,5%. Berikut merupakan rekap hasil perhitungan NPV *Tray Conveyor A*, B dan C.

Tabel 4.66 Hasil Perhitungan NPV *Tray Conveyor A*

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan	Nilai Sisa	Net Cash Flow	NPV
		A	B	A+B	
0	Rp (93.600.000)	Rp -	-	Rp (93.600.000)	Rp 264.644.614
1		Rp -	Rp85.800.000	Rp 85.800.000	
2		Rp -	Rp 78.000.000	Rp 78.000.000	
3		Rp -	Rp70.200.000	Rp 70.200.000	
4		Rp -	Rp -	Rp -	

Berdasarkan hasil perhitungan NPV untuk *Tray Conveyor A* didapatkan nilai NPV sebesar Rp 264.644.614, tanpa ada penghematan karena *Tray Conveyor* merupakan mesin yang pertama kali digunakan sebelum *Tray Conveyor B*. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan NPV untuk *Tray Conveyor B*.

Tabel 4.67 Hasil Perhitungan NPV *Tray Conveyor B*

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan	Nilai Sisa	Net Cash Flow	NPV
		A	B	A+B	
0	Rp(105.000.000)	Rp -	-	Rp(105.000.000)	Rp 276.258.115
1		Rp 14.961.133	Rp 96.250.000	Rp 111.211.133	

Tabel 4.68 Hasil Perhitungan NPV *Tray Conveyor B* (Lanjutan)

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan	Nilai Sisa	Net Cash Flow	NPV
		A	B	A+B	
2		Rp 16.457.247	Rp 87.500.000	Rp 103.957.247	Rp 276.258.115
3		Rp 18.102.971	Rp 78.750.000	Rp 96.852.971	
4		Rp 19.913.268	Rp -	Rp 19.913.268	

Berdasarkan hasil perhitungan NPV untuk *Tray Conveyor B* didapatkan nilai NPV sebesar Rp 276.258.115, adanya nominal penghematan karena *Tray Conveyor B* merupakan mesin perbaikan dari *Tray A*. Nilai penghematan tersebut didapatkan dari pengurangan antara *outcome Tray Conveyor A* dan *outcome Tray Conveyor B*, dimana terdapat asumsi adanya kenaikan *outcome* tiap tahunnya sebesar 10%. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan NPV untuk *Tray Conveyor C*.

Tabel 4.68 Hasil Perhitungan NPV *Tray Conveyor C*

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan	Nilai Sisa	Net Cash Flow	NPV
		A	B	A+B	
0	Rp 106.481.000	Rp -	-	Rp 106.481.000	Rp 304.067.762
1		Rp 730.333	Rp 97.643.077	Rp 98.373.410	
2		Rp 803.367	Rp 88.805.154	Rp 89.608.521	

Tabel 4.70 Hasil Perhitungan NPV *Tray Conveyor C* (Lanjutan)

Akhir Tahun ke-	Investasi Awal	Penghematan	Nilai Sisa	Net Cash Flow	NPV
		A	B	A+B	
3		Rp 883.703	Rp 79.967.231	Rp 80.850.934	Rp 304.067.762
4		Rp 972.074	Rp -	Rp 972.074	

Berdasarkan hasil perhitungan NPV untuk *Tray Conveyor C* didapatkan nilai NPV sebesar Rp 304.067.762, adanya nominal penghematan karena *Tray Conveyor B* merupakan mesin perbaikan dari *Tray A*. Nilai penghematan tersebut didapatkan dari pengurangan antara *outcome Tray Conveyor A* dan *outcome Tray Conveyor B*, dimana terdapat asumsi adanya kenaikan *outcome* tiap tahunnya sebesar 10%. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan diantara ketiganya, sehingga didapatkan *Tray Conveyor* yang paling rendah NPV merupakan alternatif yang terbaik.

Tabel 4.69 Perbandingan Nilai NPV *Tray A*, *B* dan *C*

Perbandingan NPV		
<i>Tray Conveyor A</i>	<i>Tray Conveyor B</i>	<i>Tray Conveyor C</i>
Rp 264.644.614	Rp 276.258.115	Rp 304.067.762

Dapat dilihat bahwa nilai NPV yang memiliki nilai tertinggi adalah *Tray Conveyor C*. Sehingga dalam hal ini *Tray Conveyor C* dapat dipilih menjadi alternatif perbaikan dari *Tray Conveyor A*. Kelayakan nilai NPV terpilih dikarenakan sifat dari perbandingan ini termasuk independen sehingga alternatif yang memiliki $NPV < 0$ (menghasilkan tingkat pengembalian di atas MARR).

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan interpretasi data dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Data yang akan dianalisis antara lain mencakup analisis konsep desain perancangan *Tray Conveyor* baru, analisis hasil QFD level 1 dan 2, analisis *technology assessment*, hasil simulasi, dan analisis biaya.

5.1 Analisis QFD Level 1

QFD level 1 digunakan untuk menerjemahkan *customer requirements* kedalam *technical requirements* atau disebut dengan respon teknis. Dalam penelitian ini *customer requirements* didapatkan dari kebutuhan pelanggan yang didapatkan melalui *voice of user* dan *voice of customer*. Untuk studi kasus pada proses pengepakan PT XZ Surabaya terdapat delapan atribut. Delapan atribut yang diharapkan dari fase pengembangan produk antara lain performansi, fitur, kesesuaian dengan *layout*, *availabilitas*, *defect rate*, perawatan/ reparasi, dan ketahanan mesin. Dalam hal ini kedelapan atribut tersebut didapatkan dari penggabungan antara *voice of user* dan *voice of customer*.

Atribut performansi merupakan terjemahan dari kebutuhan *voice of user* yaitu operator mesin terkait mesin dapat dioperasikan dengan mudah dan kecepatan mesin *Tray Conveyor*. Operator membutuhkan mesin yang dapat dioperasikan dengan mudah sehingga dapat menguasai kondisi mesin. Sedangkan kecepatan yang diharapkan oleh responden yaitu minimal dapat mendekati waktu operasi kerja yang dilakukan operator pada operasi kerja pungut *circle repellent*.

Atribut fitur merupakan terjemahan dari operator sebagai responden *voice of user*, dimana fitur diartikan dengan komponen dari mesin *Tray Conveyor* yang sederhana. Fitur tersebut diartikan dengan adanya komponen yang sederhana akan lebih mudah digunakan, sehingga ada keterkaitan antara atribut performansi dan fitur.

Atribut kesesuaian dengan *layout* diterjemahkan dari kebutuhan responden terkait bentuk dan ukuran mesin *Tray Conveyor*. Responden menginginkan bentuk mesin yang lebih sesuai dengan ukuran tubuh dan memiliki ukuran yang sesuai dengan luas area Tray sehingga operator tidak akan merasa kesulitan jika melakukan aktivitas pembersihan produk cacat.

Atribut availabilitas merupakan terjemahan dari kebutuhan responden *voive of customer*, dimana tingkat availabilitas sangat menentukan jalannya proses produksi. Semakin rendah availabilitas maka akan semakin rendah *output* produksi. Jika *output* rendah, maka *customer* akan kecewa dan bisa jadi berpindah ke produk lain sejenis.

Atribut *defect rate* merupakan terjemahan baik dari responden *voice of user* maupun *voice of customer*. Responden *voive of user* mengharapkan jumlah produk cacat semakin rendah. Hal tersebut juga berpengaruh pada produktivitas kerja dari operator karena harus membersihkan serpihan produk cacat. Sedangkan responden *voice of customer* mengharapkan kualitas yang lebih baik dari produk yang dihasilkan.

Atribut perawatan/ reparasi adalah salah satu terjemahan dari responden *voice of user*. Seperti yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya, jika mesin mudah dalam perawatan maka tingkat kelelahan operator dapat dihindari. Atribur ini juga berhubungan dengan atribut kesesuaian dengan *layout*.

Atribut ketahanan mesin merupakan terjemahan dari responden yang menginginkan mesin *Tray Conveyor* tahan lama, sehingga frekuensi menyesuaikan dengan cara penggunaan terkait penggantian mesin baru.

Dalam pengerjaan QFD level 1 mengidentifikasi hubungan interaksi antar *technical requirements*. Dari hasil perhitungan didapatkan hubungan yang paling kuat antara *technical requirements* dengan *customer requiremnets*. *Technical requirements* yang memiliki urutan nilai kepentingan dari yang tertinggi adalah kecepatan mesin desain, komponen yang digunakan, material komponen, dimensi mesin dan mekanisme mesin yang menduduki nilai kepentingan terendah. Pengembangan produk yang dilakukan pada QFD level 1 dilakukan berdasarkan *customer requirements* dan *technical requirements* yaitu sistem pemindahan produk dengan *cust. requirements* performansi, fitur, kesesuaian dengan layout,

availabilitas, kemudahan perawatan dan ketahanan mesin. Dimana dari *cust.requirements* tersebut akan ditentukan nilai target masing-masing sehingga dapat memudahkan tahap pengembangan produk selanjutnya.

5.2 Analisis QFD Level 2

QFD level 2 digunakan untuk menerjemahkan respon teknis hasil dari QFD level 1 kedalam *component characteristics*. Dengan adanya jenis komponen yang cukup banyak untuk membentuk mesin *Tray Conveyor*, maka dalam analisis ini hanya komponen kritis dari sistem pemindahan produk yang akan disertakan dalam matriks QFD level 2. Pengolahan data QFD level terdapat 1 sistem, sistem pemindahan produk. Komponen-komponen kritis hasil terjemahan respon teknis sistem pemindahan produk adalah sebagai berikut.

1. Har-2350TM Rantai Multifleksibel Konveyor

Komponen ini berfungsi sebagai komponen utama pada *Tray Conveyor* dimana Rantai Multifleksibel Konveyor berfungsi sebagai dasar yang digunakan untuk membawa produk dari operasi kerja sebelumnya ke proses selanjutnya

2. Polyurethane

Komponen merupakan komponen pelengkap dari Rantai Multifleksibel Konveyor sebagai alas untuk produk sehingga produk tetap stabil ketika ada gerakan tidak horizontal.

Setelah melakukan identifikasi *component characteristics* akan dilakukan hal yang sama dengan QFD level 1 yakni membuat matriks hubungan. Untuk QFD level 2 matriks hubungan antara *component characteristics* dan *technical requirements*. Hasil dari matriks tersebut didapatkan nilai kepentingan 3 tertinggi yaitu komponen Poluyurethane, Rantai Multifleksibel Konveyor dan komponen Aluminium Ekstrusi. Setelah didapatkan nilai kepentingan masing-masing *component characteristics* dilakukan pengembangan lebih lanjut. Dimana tiap komponen karakteristik akan diidentifikasi spesifikasi detail.

5.3 Analisis Technology Assessment

Berdasarkan hasil pengolahan data terkait penilaian teknologi pada proses pengepakan PT XZ Surabaya didapatkan nilai atas dan nilai bawah yang menunjukkan kondisi eksisting perusahaan dalam hal elemen teknologi yang telah ditentukan. Dari keseluruhan elemen teknologi memiliki nilai atas tertinggi senilai 10 dan nilai bawah terendah senilai 1.

Setelah melakukan penjelasan tiap elemn teknologi beserta nilainya, elemen komponen teknologi *technoware* akan dilakukan perhitungan *state-of-art* Penilaian *state-of-art* ini dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pada level manajemen perusahaan yang sebagai *expert judgement* dari perusahaan. Skore *state-of-art* tertinggi didapatkan oleh elemen komponen teknologi *technoware* proses pemindahan produk dari proses pengeringan. Hal tersebut dikarenakan dalam satu lini yang menggunakan alat terotomasi pada proses pemindahan tersbut sehingga itu alasan skor SOA paling tinggi.

Untuk pembobotan yang dilakukan pada masing-masing elemen *technoware* dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan menggunakan *software Expert Choice*. Pada tahap pembobotan, bobot yang tertinggi juga untuk proses pemindahan produk dari proses pengeringan. Dalam hasil *running software Expert Choice* diperoleh *inconsistency* sebesar 0 yang menandakan hasil pembobotan AHP konsisten.

Sumbu *technoware* pada peta THIO yaitu (1,874;0), Hal tersebut menunjukkan komponen teknologi *technoware* memiliki kontribusi dari keseluruhan komponen teknologi perusahaan PT XZ Surabaya khususnya pada proses pengepakan senilai 1,874. Nilai tersebut didapatkan dari perhitungan TCC pada tabel 4.28.

5.4 Analisis Hasil Desain Baru Tray Conveyor (Tray C)

Pada analisis yang dilakukan akan mengarah kepada alasan perbaikan yang dilakukan untui tiap komponen. Dalam hal ini hasil desain *Tray Conveyor C* tidak jauh berbeda namun terdapat komponen-komponen yang dianggap kritis dan akan jauh lebih baik jika ditambahkan.

5.4.1 Evaluasi Mesin Tray Conveyor C

Hasil pengembangan dengan konsep baru memungkinkan mesin *Tray Conveyor C* memiliki beberapa kelebihan. Disisi lain, pengembangan konsep ide baru juga memiliki kekurangan terkait dengan mekanisme kerja mesin. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan konsep desain *Tray Conveyor C*. Berikut merupakan identifikasi kelebihan dan kekurangan desain *Tray Conveyor C*.

5.4.1.1 Kelebihan Konsep Desain Mesin Tray Conveyor C

Kelebihan dari konsep desain mesin *Tray Conveyor C* adalah sebagai berikut.

1. Terdapat komponen tambahan, Plat penumpahan yang membuat gerak penumpahan lebih fleksibel terhadap produk
2. Penggunaan bahan Plat yang tahan lama dan tidak mudah berkarat
3. Kecepatan mesin diturunkan dari 0,3 m/s menjadi 0,2m/s
4. Komponen perbaikan, Plat seluncur yang diletakkan diantara *Tray Conveyor* dengan *belt* konveyor membuat produk lebih rapi dan tidak menumpuk terlalu banyak yang mengakibatkan produktivitas operasi kerja selanjutnya tidak stabil
5. Faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan cacat produk berkurang

5.4.1.2 Kekurangan Konsep Desain Mesin Tray Conveyor C

Kekurangan dari konsep desain mesin *Tray Conveyor C* adalah sebagai berikut.

1. Kecepatan *Tray Conveyor* yang diturunkan menyebabkan *output* produk semakin berkurang
2. Biaya investasi yang lebih mahal akan menjadikan salah satu faktor penting dari segi biaya
3. Adanya proses instalasi komponen tambahan juga menyebabkan bertambahnya biaya yang dikeluarkan

5.5 Analisis Hasil Simulasi

Simulasi sistem pemindahan dari proses pengeringan hingga proses pungut obat yang telah dibuat dan dijalankan menunjukkan angka *work-in-process* (WIP) yang berbeda-beda antara *Tray Conveyor A*, B dan C. Dalam hal ini WIP digunakan sebagai salah satu tolak ukur adanya produk cacat dalam sistem tersebut. Selain itu, jumlah in dan out juga akan dipertimbangkan untuk dasar melakukan analisis.

Dari hasil simulasi Tray A didapatkan WIP sejumlah 39.427 unit produk shift. Sehingga kemungkinan terjadinya cacat produk sangat banyak, dilihat lagi jam kerja PT XZ Surabaya 8 jam per hari. Hasil dari perhitungan produktivitas *Tray Conveyor A* memiliki tingkat produktivitas paling tinggi diantara Tray B dan C.

$$\text{Produktivitas Tray A} = 0,688$$

Hal tersebut dikarenakan kecepatan mesin yang dimiliki oleh Tray A lebih cepat yaitu 0,5 m/s, sehingga dituntut untuk melakukan aktivitas yang lebih produktif. Namun dalam hal ini menyebabkan manusia sebagai operator yang akan menyesuaikan kecepatan mesin.

Untuk hasil simulasi *Tray Conveyor B*, didapatkan didapatkan WIP sejumlah 16.426 unit produk per shift. Sehingga kemungkinan terjadinya cacat produk sangat banyak, dilihat lagi jam kerja PT XZ Surabaya 8 jam per hari. Hasil dari perhitungan produktivitas *Tray Conveyor A* memiliki tingkat produktivitas dibawah Tray A dan diatas Tray C.

$$\text{Produktivitas Tray B} = 0,564$$

Hal tersebut dikarenakan kecepatan mesin yang dimiliki oleh Tray B lebih cepat yaitu 0,1 m/s dibandingkan Tray C yaitu 0,2 m/s, sehingga produktivitas yang dihasilkan dari penggunaan *Tray Conveyor B* ini lebih baik dibandingkan *Tray Conveyor A*.

Untuk hasil simulasi *Tray Conveyor C*, didapatkan didapatkan WIP sejumlah 10.687 unit produk *double coil* per shift. Sehingga kemungkinan terjadinya cacat produk sangat banyak, dilihat lagi jam kerja PT XZ Surabaya 8 jam per hari. Sehingga diperoleh jumlah WIP terendah yaitu *Tray Conveyor C*, dapat dipertimbangkan untuk pengembangan mesin *Tray Conveyor B*. Hasil dari perhitungan produktivitas *Tray Conveyor C* memiliki tingkat produktivitas lebih rendah dibandingkan dengan *Tray Conveyor A* dan *Tray Conveyor C*.

Produktivitas Tray C = 0,54

Produktivitas terendah dihasilkan oleh *Tray Conveyor C* dikarenakan adanya pengaturan ulang kecepatan *Tray Conveyor* yang merupakan salah satu faktor penyebab adanya produk cacat serta kecepatan kerja operator untuk proses selanjutnya yaitu proses pungut obat. Jika dibandingkan dari ketiga *Tray Conveyor*, produktivitas tertinggi dihasilkan oleh *Tray Conveyor A* dengan jumlah WIP paling tinggi. Sedangkan produktivitas terendah dihasilkan oleh *Tray Conveyor C* dengan jumlah WIP paling rendah. Yang dapat direkomendasikan untuk perbaikan, dapat mempertimbangkan antara *Tray Conveyor B* dan *Tray Conveyor C*

5.6 Analisis Biaya

Analisis biaya akan dilakukan terkait *outcome* tiap *Tray Conveyor*, dengan rincian *outcome* yaitu mencakup biaya operasional, biaya kebutuhan listrik, dan biaya *rework*. Untuk perbandingan terkait *outcome* Tray konveyor BC yang memiliki *outcome* paling rendah dibandingkan Tray A dan Tray B. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan jumlah produk yang di *rework*.

Untuk analisis biaya terkait NPV, dapat dilihat bahwa nilai NPV yang memiliki nilai tertinggi adalah *Tray Conveyor C*. Sehingga dalam hal ini *Tray Conveyor C* dapat dipilih menjadi alternatif perbaikan dari *Tray Conveyor A*. Kelayakan nilai NPV terpilih dikarenakan sifat dari perbandingan ini termasuk independen sehingga alternatif yang memiliki NPV < 0 (menghasilkan tingkat pengembalian diatas MARR).

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan terkait kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang akan dijelaskan pada subbab ini berisi tentang hasil tujuan yang telah dibua. Kesimpulan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Penyebab produk cacat berdasarkan hasil identifikasi menggunakan *fault tree analysis* didapatkan akar penyebab adanya cacat produk yang berlebih, antara lain pengembangan produk (mesin *Tray Conveyor*) kurang tepat dan pengukuran mesin dan *layout* kurang detail sehingga masih terdapat beberapa hal terlewat yang menyebabkan cacat produk.
2. Kekurangan yang terdapat pada *Tray Conveyor A* antara lain menggunakan komponen yg kurang praktis, terdapat 2 *belt conveyor* untuk pemindahan produk, menggunakan 3 buah motor penggerak mesin konveyor, kecepatan terlalu cepat, tidak menyesuaikan kemampuan operator pada proses selanjutnya, membutuhkan waktu pembersihan dalam jangka waktu yg relatif cepat.

Sedangkan kekurangan yang terdapat pada *Tray Conveyor B* antara lain terdapat komponen yg tidak didesain secara rapat menimbulkan potensi cacat pada produk, serpihan & patahan produk cacat susah dibersihkan, produk yg berada diatas konveyor tidak rapih, sehingga operator proses selanjutnya tidak dapat bekerja secara efisien, lebar konveyor yg terlalu *fit to product*.

3. Desain *Tray C* dengan menggunakan metode QFD didapatkan identifikasi komponen tiap part penyusun mesin *Tray Conveyor* atau yang disebut dengan *component characteristics* sehingga desain yang

akan diterapkan dapat lebih spesifik dan detail tiap material yang digunakan serta dimensi komponen itu sendiri.

4. Perbandingan produktivitas antara Tray A, B dan C berturut-turut sebesar 0.688, 0.564, 0.54. Produktivitas tertinggi diperoleh oleh *Tray Conveyor* A. Perbandingan *defect rate* antara Tray A, B dan C, Tray C memiliki jumlah produk cacat terendah dibandingkan dengan Tray A, B dan C. Jumlah produk cacat tersebut diasumsikan dengan jumlah WIP yang diperoleh dari simulasi Arena untuk tiap Tray.
5. Analisis biaya terkait *outcome* tiap *Tray Conveyor*, dengan rincian *outcome* yaitu mencakup biaya operasional, biaya kebutuhan listrik, dan biaya *rework*. Untuk perbandingan terkait *outcome* Tray konveyor C yang memiliki *outcome* paling rendah dibandingkan Tray A dan Tray B. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan jumlah produk yang di *rework*. Untuk analisis biaya terkait NPV, dapat dilihat bahwa nilai NPV yang memiliki nilai tertinggi adalah *Tray Conveyor* C. Sehingga dalam hal ini *Tray Conveyor* C dapat dipilih menjadi alternatif perbaikan dari *Tray Conveyor* A. Kelayakan nilai NPV terpilih dikarenakan sifat dari perbandingan ini termasuk independen sehingga alternatif yang memiliki $NPV < 0$ (menghasilkan tingkat pengembalian di atas MARR).

6.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya sebaiknya dapat mengimplementasikan konsep desain yang telah dibuat dalam bentuk *prototype*, sehingga hasil pengujian terkait *defect rate* dapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- AbuShaaban, M. S., 2012. *Wastes Elimination as the First Step for Lean Manufacturing "An Empirical Study for Gaza Strip Manufacturing Firms"*, Gaza.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Pekembangan Indeks Produksi Industri Manufaktur 2014-2016*. 1978-9602
- Burge, S., 2007. *A Functional Approach to Quality Function Deployment*. *Systems Engineering*, pp. 2-3.
- Fithri, P. & Firdaus, I., 2014. *Analisis Produktivitas Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX) Studi Kasus PT Moradon Berlian Sakti*. *Optimasi Sistem Industri*, 12(1), pp. 548-555.
- Groover, 2001. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Harcayani, G., 2010. *Analisis Pengaruh Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan Pasien yang Dimoderasi oleh Variable Nilai*, Yogyakarta.
- Hasian, D. P. & Putra, A. K., 2010. *Simulasi Pelayanan Pengisian Bahan Bakar di SPBU Gunung Pangilun*. *Optimasi Sistem Industri*, April, 9(1), pp. 31-36.
- Heragu, S. S., 2008. *Facilities Design*. 3rd ed. s.l.:CRC Press.
- Irawati, D. Y., Singgih, M. L. & Syairudin, B., 2014. *Integrasi Quality Function Deployment (QFD) dan Conjoint Analysis untuk Mengetahui Preferensi Konsumen*. *Optimasi Sistem Industri*, pp. 618-640.
- Jaiswal, E. S., 2012. *A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)*. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 3(6), pp. 27-35.
- Kemenkes, 2013. [Online]. Available at: www.depkes.go.id
[Accessed 10 March 2017].
- Lusiana, A., 2007. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma pada PT Sandang Nusantara Unit Patal Secang*, Semarang.
- Meyers, F. E. & Stephens, M. P., 2000. *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

- Ong, T. S. & Thum, C. H., 2013. *Net Present Value and Payback Period for Building Integrated Photovoltaic Projects in Malaysia*. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, February.3(2).
- Pujawan, I. N., 2009. *Ekonomi Teknik*. 2nd ed. Surabaya: Guna Widya .
- Shrivastava, P., 2016. *House of Quality: An Effective Approach to Achieve Customer Satisfaction & Business Growth in Industries*. International Journal of Science and Research, 5(9), pp. 1365-1371.
- Stamatelatos, M., Vesely, W., Joanne Dugan, J. F. J. M. & Railsback, J., 2002. *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington DC.
- Tamtomo, A. T., 2008. *Pengukuran Produktivitas Proses Produksi PT Halco dengan Menggunakan Alat Ukur OMAX (Objective Matrix)*, Jakarta.8
- Temponi, C., Yen, J. & Tiao, W. A., 1999. *House of Quality: A Fuzzy Logic Based Requirements Analysis*. European Journal of Operational Research, Volume 117, pp. 340-354.
- Wicaksono, A. W., 2013. *Penerapan Metode QFD (Quality Function Deployment) pada Rencana Pengembangan Sekolah di SMKN 2 Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Wiratmadja, I. I., 2010. *Manajemen Teknologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wiratno, S. E., 2007. *Dasar Perbandingan Alternatif Investasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wulandari, T., 2011. *Analisa Kegagalan Sistem dengan Fault Tree*, Depok: s.n.
- Yayah, Wagiono & Hamrah, 2007. *Metode Quality Function Deployment (QFD) untuk Informasi Penyempurnaan Perakitan Varietas Melon*. Agribisnis dan Ekonomi Pertanian, 1(2).
- Zacoeb, A., 2014. *Payback Period*. Malang: Universitas Brawijaya.

LAMPIRAN 1

EVALUASI PENGGUNAAN *TRAY CONVEYOR* UNTUK MEREDUKSI PRODUK CACAT *DOUBLE COIL* PADA PROSES PENGEPAKAN

Kuesioner ini merupakan kuesioner *Voice of User*. *Voice of User* bertujuan untuk mengetahui keinginan dari pihak karyawan produksi pada proses pemindahan *circle repellent* dari oven menuju proses pungut obat dengan menggunakan *Tray Conveyor*.

Nama Responden :

Lama Kerja :

Berikan centang (v) pada tabel di bawah ini untuk mengetahui tingkat kepuasan dari *Tray Conveyor* A (Mesin Terdahulu) dan *Tray Conveyor* B (Mesin Masa Percobaan), serta tingkat kepentingan dari Tray C (desain baru) pada masing-masing atribut. Berikut lembar penilaian atribut untuk alat otomasi.

Kuesioner *Tray Conveyor* A (Mesin Terdahulu)

No	Atribut	Tingkat Kepuasan				
		Tray Terdahulu (Mesin Lama)				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Kurang Puas	Puas	Sangat Puas
1	Mudah Digunakan					
2	Kecepatan Mesin					
3	Bentuk Mesin					
4	Jumlah Produk Cacat Sedikit					
5	Mudah dalam Perawatan					
6	Daya Tahan Mesin/ Umur Pakai Mesin					
7	Komponen yg Sederhana/ Ringkas					
8	Kapasitas Mesin/ Volume Produk					

Kuesioner Tray Conveyor B (Mesin dalam Masa Percobaan)

No	Atribut	Tingkat Kepuasan				
		Tray Sekarang (Masa Percobaan)				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Kurang Puas	Puas	Sangat Puas
1	Mudah Digunakan					
2	Kecepatan Mesin					
3	Bentuk Mesin					
4	Jumlah Produk Cacat Sedikit					
5	Mudah dalam Perawatan					
6	Daya Tahan Mesin/ Umur Pakai Mesin					
7	Komponen yg Sederhana/ Ringkas					
8	Kapasitas Mesin/ Volume Produk					

Kuesioner Tray Conveyor C (Desain Baru)

No	Atribut	Tingkat Kepentingan				
		Tray C (Desain Baru)				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Sangat Penting	Tidak Penting	Kurang Penting	Penting	Sangat Penting
1	Mudah Digunakan					
2	Kecepatan Mesin					
3	Bentuk Mesin					
4	Jumlah Produk Cacat Sedikit					
5	Mudah dalam Perawatan					
6	Daya Tahan Mesin/ Umur Pakai Mesin					
7	Komponen yg Sederhana/ Ringkas					
8	Kapasitas Mesin/ Volume Produk					

LAMPIRAN 2

EVALUASI PENGGUNAAN *TRAY CONVEYOR* UNTUK MEREDUKSI PRODUK CACAT *DOUBLE COIL* PADA PROSES PENGEPAKAN

Kuesioner ini merupakan kuesioner *Voice of Customer*. *Voice of Customer* bertujuan untuk mengetahui keinginan dari pihak karyawan Dept. Produksi maupun *Quality Control* PT SCJM Surabaya pada proses pemindahan *circle repellent* dari oven menuju proses pungut obat dengan menggunakan *Tray Conveyor*.

Nama Responden :

Lama Kerja :

Berikan centang (v) pada tabel di bawah ini untuk mengetahui tingkat kepuasan dari *Tray Conveyor* A (Mesin Terdahulu) dan *Tray Conveyor* B (Mesin Masa Percobaan), serta tingkat kepentingan dari Tray C (desain baru) pada masing-masing atribut. Berikut lembar penilaian atribut untuk alat otomasi.

Kuesioner *Tray Conveyor* A (Mesin Terdahulu)

No	Atribut	Tingkat Kepuasan				
		Tray Terdahulu (Mesin Lama)				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Kurang Puas	Puas	Sangat Puas
1	Availabilitas					
2	Kesesuaian dg <i>Layout</i>					
3	Kecepatan Mesin					
4	Kapasitas Mesin					
5	Daya Tahan Mesin					
6	Kemudahan Perawatan					
7	<i>Defect Rate</i>					

Kuesioner Tray Conveyor B (Mesin dalam Masa Percobaan)

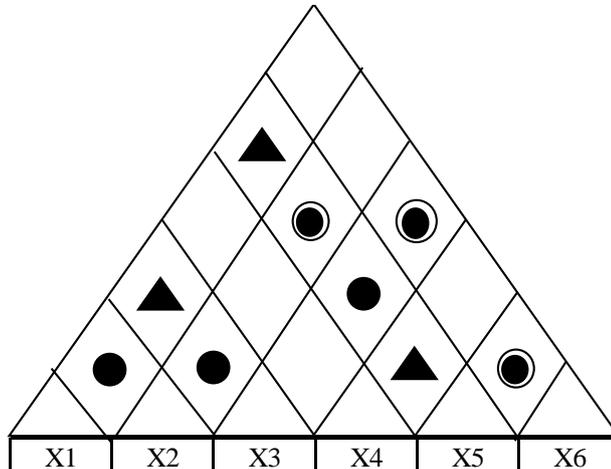
No	Atribut	Tingkat Kepuasan				
		Tray Sekarang (Masa Percobaan)				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Kurang Puas	Puas	Sangat Puas
1	Availabilitas					
2	Kesesuaian dg <i>Layout</i>					
3	Kecepatan Mesin					
4	Kapasitas Mesin					
5	Daya Tahan Mesin					
6	Kemudahan Perawatan					
7	<i>Defect Rate</i>					

Kuesioner Tray Conveyor C (Desain Baru)

No	Atribut	Tingkat Kepentingan				
		Tray C (Desain Baru)				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Sangat Penting	Tidak Penting	Kurang Penting	Penting	Sangat Penting
1	Availabilitas					
2	Kesesuaian dg <i>Layout</i>					
3	Kecepatan Mesin					
4	Kapasitas Mesin					
5	Daya Tahan Mesin					
6	Kemudahan Perawatan					
7	<i>Defect Rate</i>					

LAMPIRAN 3

QFD Level 1



Keterangan Hubungan		Customer Importance	Sistem Pemindahan Produk					
◎	Kuat		Kecepatan Mesin	Dimensi Mesin	Komponen Mesin Pemindahan	Mekanisme Mesin	Desain Mesin	Material Mesin
●	Sedang							
▲	Lemah							
□	Tidak ada hubungan							
Customer Requirements	Performansi	5,92	9	1		3		1
	Fitur	5,5067			9		3	
	Kesesuaian dg Layout	6,645		9				
	Availabilitas	4,2	1			1		
	Defect Rate	9,86	9	3	3		9	1
	Perawatan Reparasi	9,14			3		3	3
	Ketahanan	6,21					1	9
Raw Score			146,22	95,305	106,56	21,96	138,89	99,09
Weight			0,24048	0,15675	0,17526	0,03612	0,22843	0,16297
% Weight			24%	16%	18%	4%	23%	16%
Importance Rank			1	5	3	6	2	4

Alasan Penilaian Hubungan *CustomerReq.* dengan *TechnicalReq.*

No	Nilai	Cust. Req.	Tech. Req.	Alasan
1	9	Performansi	X1	Performansi mesin <i>Tray Conveyor</i> berpengaruh kuat terhadap kecepatan proses pemindahan. Semakin cepat mesin akan mengurangi performansi kerja operator, peluang cacat produk akan semakin besar
2		Fitur	X3	Fitur yang sederhana akan mempermudah menggunakan mesin <i>Tray Conveyor</i> , sehingga berpengaruh kuat terhadap mekanisme yang menjadi lebih sederhana dan dapat mudah digunakan oleh operator
3		Kesesuaian dg Layout	X2	Kesesuaian layout berpengaruh kuat terhadap dimensi mesin, begitu juga sebaliknya. Mesin dengan dimensi yang sesuai dengan layout akan mempermudah proses pemindahan produk tersebut dan dapat mengurangi <i>waste</i> akibat dimensi yang tidak sesuai dengan layout produksi
4		Defect Rate	X1	Kecepatan mesin <i>Tray Conveyor</i> berpengaruh kuat terhadap <i>defect rate</i> produk. Semakin cepat mesin maka probabilitas cacat produk yang dihasilkan akan lebih besar, dikarenakan tidak menyesuaikan jenis material produk itu sendiri dan tidak menyesuaikan kecepatan operator
5				X5
6		Ketahanan	X6	Material mesin berpengaruh kuat terhadap ketahanan mesin <i>Tray Conveyor</i> . Semakin berkualitas material komponen yang digunakan maka semakin lama umur pakai dari komponen tersebut.
7	3	Performansi	X4	Performansi mesin berpengaruh sedang terhadap mekanisme mesin. Karena performansi dipengaruhi oleh kecepatan mesin, mekanisme mesin akan mudah digunakan apabila kecepatan mesin sudah disesuaikan
8		Fitur	X5	Fitur yang digunakan mesin berpengaruh sedang terhadap desain mesin. Hal tersebut dikarenakan komponen yang digunakan dipengaruhi oleh pemilihan komponen yang sederhana dan bahan material komponen tersebut.
9		Defect Rate	X2	Dimensi mesin berpengaruh sedang terhadap <i>defect rate</i> , karena penyebab utama yang mengakibatkan adanya produk cacat adalah kecepatan mesin. Jika dimensi mesin sudah sesuai namun kecepatannya tidak diubah maka juga tidak akan mengurangi jumlah produk cacat
10				X3

Alasan Penilaian Hubungan *CustomerReq.* dengan *TechnicalReq.*

No	Nilai	Cust. Req.	Tech. Req.	Alasan
11	3	Kemudahan Perawatan	X3	Komponen yang digunakan untuk mesin <i>Tray Conveyor</i> berpengaruh sedang terhadap kemudahan perawatan. Semakin sederhana dan semakin berkualitas material yang digunakan akan memudahkan dalam aktivitas perawatan
12			X5	Dimensi mesin <i>Tray Conveyor</i> berpengaruh sedang terhadap kemudahan perawatan mesin tersebut. Semakin memiliki toleransi yang tepat dan menyesuaikan ukuran tubuh operator akan semakin mudah melakukan aktivitas perawatan
13			X6	Material mesin <i>Tray Conveyor</i> berpengaruh sedang terhadap kemudahan perawatan. Jika komponen yang digunakan tidak mudah dilakukan perawatan maka akan mengurangi daya tahan mesin <i>Tray Conveyor</i>
14	1	Performansi	X2	Dimensi mesin <i>Tray Conveyor</i> berpengaruh lemah terhadap performansi mesin. Hal tersebut dikarenakan dimensi mesin akan sangat berpengaruh terhadap kesesuaian layout. Namun dimensi yang tidak sesuai dengan dimensi produk akan berpengaruh terhadap performansi mesin
15			X6	Material mesin yang digunakan berpengaruh lemah terhadap performansi mesin <i>Tray Conveyor</i> . Karena performansi akan dipengaruhi kuat oleh penggunaan dari mesin itu sendiri, seperti pengaturan kecepatan, mekanisme mesin dan lain sebagainya.
16		Availabilitas	X1	Availabilitas berpengaruh lemah terhadap kecepatan mesin <i>Tray Conveyor</i> . Dikarenaka kecepatan konveyor akan berpengaruh kuat terhadap performansi, dimana availabilitas akan dipengaruhi oleh kecepatan mesin hanya pada kondisi tertentu seperti <i>breakdown time</i>
17	X4		Availabilitas berpengaruh lemah terhadap mekanisme penggunaan mesin <i>Tray Conveyor</i> . Dalam hal ini ketika mesin availabilitasnya menurun akan mempengaruhi mekanisme penggunaan mesin, seperti <i>set-up</i> yang dilakukan dalam jangka waktu relatif cepat	
18		Defect Rate	X6	Defect rate berpengaruh lemah terhadap material mesin <i>Tray Conveyor</i> . Material mesin yang sudah ditentukan terlebih dahulu akan mempertimbangkan kondisi-kondisi tersebut, sehingga tidak berpengaruh besar terhadap <i>defect rate</i>
19		Ketahanan	X5	Desain mesin berpengaruh lemah terhadap ketahanan mesin <i>Tray Conveyor</i> . Hubungan antar keduanya adalah desain mesin yang tepat akan mempengaruhi ketahanan material yang digunakan, meskipun mekanisme kurang tepat.

LAMPIRAN 4

QFD Level 2

		Component Characteristics											
		Sistem Pemindahan Produk											
Keterangan Hubungan		Customer Importance	Klem Kecil (Plastik)	Palang Klem (Plastik)	Rantai Konveyor Multifleksibel	Mur Snap Button	Sekrup	Polyurethane	Aluminium Ekstruksi	Overhead Lumber Rantai Multifleksibel	Putaran Sudut Fleksibel Konveyor	Har P737 Joint Feet	Plat Logam
●	Kuat												
●	Sedang												
▲	Lemah												
	Tidak ada hubungan												
Customer Requirements	X1	0,24			9			1		3	3		1
	X2	0,157							9	3			
	X3	0,175	3	3	9	1	1	9	3				1
	X4	0,036			1			1		3	3		3
	X5	0,228						9	1			1	
	X6	0,163		1	3	1		3	9	3	3	1	1
Raw Score			0,526	0,689	4,267	0,338	0,175	4,399	3,632	1,789	1,319	0,391	0,687
Weight			0,029	0,038	0,234	0,019	0,010	0,242	0,199	0,098	0,075	0,023	0,054
% Weight			3%	4%	23%	2%	1%	24%	20%	10%	7%	2%	5%
Importance Rank			8	7	2	10	11	1	3	4	5	9	6

Alasan Penilaian Hubungan *Technical Req.* dengan *Component Charac.*

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Charac.	Alasan
1	9	X1	A3	Kecepatan mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan kuat dengan Rantai Konveyor Multifleksibel. Hal tersebut juga akan mempengaruhi performansi kerja mesin <i>Tray Conveyor</i> . Semakin cepat mesin maka rantai konveyor akan berpotensi besar mengalami kerusakan lebih cepat
2		X2	A7	Dimensi pada mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan kuat dengan komponen Aluminium Ekstrusi. Dalam hal ini semakin sederhana dan ringan komponen yang digunakan akan membutuhkan dimensi yang lebih sesuai dengan <i>layout</i>

Alasan Penilaian Hubungan *Technical Req.* dengan *Component Charac.*

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Charac.	Alasan
3	9	X3	A3	Komponen mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan kuat dengan Rantai Konveyor Multifleksibel. Hal tersebut dikarenakan komponen tersebut merupakan komponen utama yang mempengaruhi jalannya proses pemindahan produk
4			A6	Komponen mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan kuat dengan Polyurethane. Hal tersebut dikarenakan komponen tersebut merupakan komponen pendukung dari rantai konveyor yang berfungsi sebagai pengunci jalannya produk
5		X5	A6	Desain dari mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan kuat dengan Polyurethane. Hal tersebut dikarenakan desain dari penggunaan Polyurethane sebagai pengunci produk harus menyesuaikan dengan gerakan rantai multifleksibel.
6		X6	A7	Material mesin Konveyor yang digunakan memiliki hubungan kuat dengan komponen Aluminium Ekstrusi. Dalam penggunaan material yang tepat untuk komponen mesin Konveyor akan semakin tahan lama dan tidak mudah berkarat
7	3	X1	A8	Kecepatan mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan Overhead Lumber Rantai Multifleksibel. Performansi overhead lumber akan mempengaruhi kecepatan mesin. Dengan kekencangan lumber yang tepat akan mempengaruhi kecepatan mesin
8			A9	Putaran Sudut Konveyor Fleksibel memiliki hubungan sedang terhadap kecepatan mesin. Fungsi putaran sudut adalah sebagai alat bantu untuk membelokkan produk sehingga siklusnya dapat lancar
9		X2	A8	Overhead Lumber Rantai Multifleksibel memiliki hubungan sedang dengan Dimensi mesin, dimana semakin besar dimensi mesin maka membutuhkan jenis lumber rantai yang lebih besar
10		X3	A1	Komponen mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan komponen Klem Kecil. Hal tersebut dikarenakan Klem Kecil merupakan salah satu komponen pendukung untuk mengencangkan konveyor
11			A2	Komponen mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan komponen Palang Klem. Hal tersebut dikarenakan Palang Klem merupakan salah satu komponen pendukung untuk mengencangkan konveyor

Alasan Penilaian Hubungan *Technical Req.* dengan *Component Charac.*

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Charac.	Alasan	
12	3	X3	A7	Komponen mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan komponen Aluminium Ekstrusi. Material dari komponen utama fleksibel sesuai dengan kebutuhan pemilihan, dalam hal ini aluminium merupakan material dengan harga terjangkau	
13		X4	A8	Mekanisme mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan Overhead Lumber Fleksibel Konveyor. Penentuan komponen rantai sesuai dengan kebutuhan laju mesin, sehingga adanya hubungan yang sedang antara keduanya	
14			A9	Mekanisme mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan Putaran Sudut Fleksibel Konveyor. Putaran sudut merupakan salah satu alat bantu mesin konveyor yang berfungsi sebagai alat untuk arah belok produk	
15			A11	Mekanisme mesin <i>Tray Conveyor</i> memiliki hubungan sedang dengan Plat Logam. Plat Logam sebagai salah satu komponen pendukung proses penumpahan produk dari pembalik Tray ke <i>Tray Conveyor</i>	
16		X6	A3	Material mesin Konveyor terhadap komponen Rantai Konveyor Multifleksibel memiliki hubungan sedang. Karena Rantai Konveyor memiliki hubungan kuat dengan kecepatan mesin, semakin cepat mesin maka potensi cacat produk lebih besar	
17			A6	Material mesin Konveyor terhadap komponen Polyurethane memiliki hubungan sedang. Polyurethane merupakan salah satu komponen pendukung dari mesin <i>Tray Conveyor</i> yang diletakkan diatas Rantai Konveyor	
18			A8	Material mesin Konveyor terhadap komponen Overhead Lumber Rantai Multifleksibel memiliki hubungan sedang. Merupakan salah satu komponen penggerak mesin <i>Tray Conveyor</i> menjadi lebih fleksibel, namun pada dasarnya jenis material lumber rantai rata-rata sama	
19			A9	Material mesin Konveyor terhadap komponen Putaran Sudut Fleksibel Konveyor memiliki hubungan sedang. Material yang digunakan untuk putaran sudut konveyor dapat dipilih sesuai kebutuhan sehingga hal ini memiliki hubungan yang sedang	
20			1	X1	A6

Alasan Penilaian Hubungan *Technical Req.* dengan *Component Charac.*

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Charac.	Alasan
21	1	X1	A11	Plat Logam memiliki hubungan rendah dengan kecepatan mesin. Hal tersebut dikarenakan Plat Logam berfungsi sebagai alat bantu menumpahkan produk ke <i>Tray Conveyor</i>
22		X3	A4	Mur Snap Button memiliki hubungan rendah dengan Komponen Mesin <i>Tray Conveyor</i> . Dengan adanya komponen tersebut akan melengkapi komponen dari mesin <i>Tray Conveyor</i> , khususnya pada bagian Polyurethane dan Rantai Multifleksibel
23			A5	Sekrup memiliki hubungan rendah dengan Komponen Mesin <i>Tray Conveyor</i> , sama halnya dengan Mur. Dengan adanya sekrup akan melengkapi komponen dari mesin <i>Tray Conveyor</i> pada bagian-bagian tertentu
24		X4	A3	Mekanisme mesin memiliki hubungan rendah terhadap Rantai Konveyor Multifleksibel. Mekanisme dari Rantai tersebut sesuai dengan desain dari <i>Tray Conveyor</i>
25			A6	Mekanisme mesin memiliki hubungan rendah terhadap Polyurthane. Mekanisme dari Polyurethan menyesuaikan alur dari Rantai Konveyor Multifleksibel, karena letak dari Polyurethane tepat diatas rantai
26		X5	A7	Aluminium Ektrusi memiliki hubungan rendah dengan desain mesin <i>Tray Conveyor</i> . Aluminium merupakan jenis material yang menjadi pertimbangan untuk menerapkan desain yang dibuat
27			A10	Joint Feet memiliki hubungan rendah dengan desain mesin <i>Tray Conveyor</i> . Karena jenis kaki konveyor yang tepat untuk dimensi mesin adalah kaki dengan jenis tersebut
28		X6	A2	Palang Klem memiliki hubungan rendah dengan Material mesin yang digunakan. Banyaknya jenis material Klem yang digunakan juga mempengaruhi hubungan tersebut, tergantung dari kebutuhan
29			A4	Mur Snap Button memiliki hubungan rendah dengan Material mesin yang digunakan. Banyaknya jenis material Mur Snap Button yang digunakan juga mempengaruhi hubungan tersebut, tergantung dari kebutuhan

Alasan Penilaian Hubungan *TechnicalReq.* dengan *Component Charac.*

No	Nilai	Tech. Req.	Comp. Charac.	Alasan
30	1	X6	A10	Joint Feet memiliki hubungan rendah dengan Material mesin yang digunakan. Banyaknya jenis material Joint Feet yang digunakan juga mempengaruhi hubungan tersebut, tergantung dari kebutuhan
31			A11	Plat Logam memiliki hubungan rendah dengan Material mesin yang digunakan. Banyaknya jenis material Plat yang dapat digunakan juga mempengaruhi hubungan tersebut, tergantung dari kebutuhan

LAMPIRAN 5

KUESIONER *TECHNOLOGY ASSESSMENT*

Kuesioner ini dimaksudkan untuk melakukan evaluasi terhadap kontribusi teknologi yang terdapat pada proses produksi area pengepakan di PT SCJM Surabaya. Mohon kesediaannya untuk mengisi kuesioner ini sesuai dengan kondisi nyata (kondisi saat ini).

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Berilah nilai pada indicator elemen komponen teknologi sesuai dengan kondisi nyata sistem produksi area pengepakan PT SCJM Surabaya
2. Skala nilai adalah 1-10
3. Nilai 1 merupakan nilai terendah dari kontribusi indicator elemen teknologi pada sistem produksi area pengepakan
4. Nilai 10 merupakan nilai tertinggi dari kontribusi indicator elemen teknologi pada sistem produksi area pengepakan
5. **Komponen *Technoware*** merupakan komponen teknologi yang ditunjukkan dalam wujud infrastruktur fisik, fasilitas, peralatan/ mesin untuk proses transformasi (*raw material* menjadi produk jadi)

Nama :

Jabatan :

- **Komponen *Technoware***

<i>Technoware</i> Komponen	Indikator Penilaian	Skor
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan		
Subsistem Transformasi Material	Jumlah Output	
	Efisiensi Material	
	Spesifikasi Mesin	
	Sistem <i>material handling</i>	

- **Komponen *Technoware***

<i>Tehnoware</i> Komponen	Indikator Penilaian	Skor
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan		
	Perlengkapan <i>Quality Control</i>	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Pungut Obat & Meletakkan Penyangga		
Subsistem Transformasi Material	Jumlah Output	
	Efisiensi Material	
	Spesifikasi Mesin	
	Sistem <i>material handling</i>	
	Perlengkapan <i>Quality Control</i>	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Pengepakan Plastik		
Subsistem Transformasi Material	Jumlah Output	
	Efisiensi Material	
	Spesifikasi Mesin	
	Sistem <i>material handling</i>	
	Perlengkapan <i>Quality Control</i>	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Pengepakan Kardus (<i>Folding Box</i>)		
Subsistem Transformasi Material	Jumlah Output	
	Efisiensi Material	
	Spesifikasi Mesin	
	Sistem <i>material handling</i>	
	Perlengkapan <i>Quality Control</i>	
	Beban Kerja Aktivitas	

- **Komponen *Technoware***

<i>Tehnoware</i> Komponen	Indikator Penilaian	Skor
Proses Pengemasan Kardus (<i>Folding Box</i>)		
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Pengemasan Karton		
Subsistem Transformasi Material	Jumlah Output	
	Efisiensi Material	
	Spesifikasi Mesin	
	Sistem <i>material handling</i>	
	Perlengkapan <i>Quality Control</i>	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
<i>Palletizing</i>		
Subsistem Transformasi Material	Jumlah Output	
	Efisiensi Material	
	Spesifikasi Mesin	
	Sistem <i>material handling</i>	
	Perlengkapan <i>Quality Control</i>	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	

LAMPIRAN 6

KUESIONER PEMBOBOTAN ELEMEN KOMPONEN TEKNOLOGI

Penyebaran kuesioner ini dimaksudkan untuk memboobotkan masing-masing elemen dari komponen teknologi yang digunakan sebagai informasi tingkat kepentingan dari masing-masing elemen komponen terhadap kontribusi komponen teknologi pada proses produksi area pengepakan di PT SCJM Surabaya.

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Berilah nilai pada masing-masing indikator elemen komponen teknologi sesuai dengan kondisi nyata sistem produksi area pengepakan PT SCJM Surabaya
2. Nilai didasarkan pada preferensi penggunaan indicator elemen komponen teknologi pada area pengepakan PT SCJM Surabaya
3. **Komponen *Technoware*** merupakan komponen teknologi yang ditunjukkan dalam wujud infrastruktur fisik, fasilitas, peralatan/ mesin untuk proses transformasi (*raw material* menjadi produk jadi)

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lain	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai diantara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan jika ada dua kompromi diantara dua pilihan
Kebalikan	Jika aktivitas X mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas Y, maka Y mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan X	

Keterangan:

Penilaian bobot, berikan lingkaran sesuai penilaian Anda

Nama :

Jabatan :

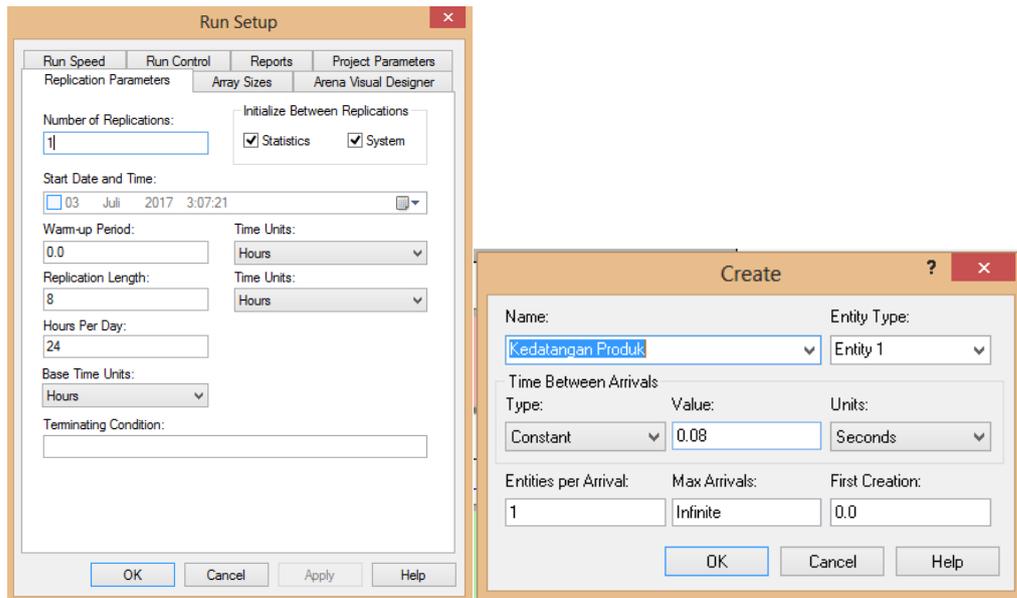
KRITERIA																		
Proses Pemindahan Produk dari Proses Pengeringan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Transformasi Tray
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Membalikkan Produk
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Transformasi <i>Tray Conveyor</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pemindahan ke Pungut Obat
Proses Pungut Obat & Meletakkan Penyangga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pungut Obat
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Meletakkan Penyangga
Proses Pengepakan Plastik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Transformasi Mesin Pengepakan
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Penggulungan Plastik
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Perekatan Plastik
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pemotongan Plastik
Proses Pengepakan Kardus (<i>Folding Box</i>)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pengambilan <i>Folding Box</i> (FB)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pelipatan <i>Folding Box</i> (FB)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pengambilan <i>Wrapped Product</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Memasukkan kedalam FB
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Meletakkan <i>FB Product</i>

KRITERIA																		
Proses Pengepakan Karton	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Batch 5 <i>FB Product</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pengambilan <i>FB Product</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Meletakkan kedalam Karton
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Sealing Karton
<i>Palletizing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pemandahan ke Pallet
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Transformasi ke <i>Storage</i>

LAMPIRAN 7

HASIL SIMULASI ARENA *TRAY CONVEYOR A, TRAY CONVEYOR B DAN TRAY CONVEYOR C*

Capture Modul Simulasi Tray Conveyor A



	Name	Segment Name	Type	Velocity	Units	Cell Size
1 ▶	Conveyor 1	Conveyor 1.Segment	Non-Accumulating	0.5	Per Second	1

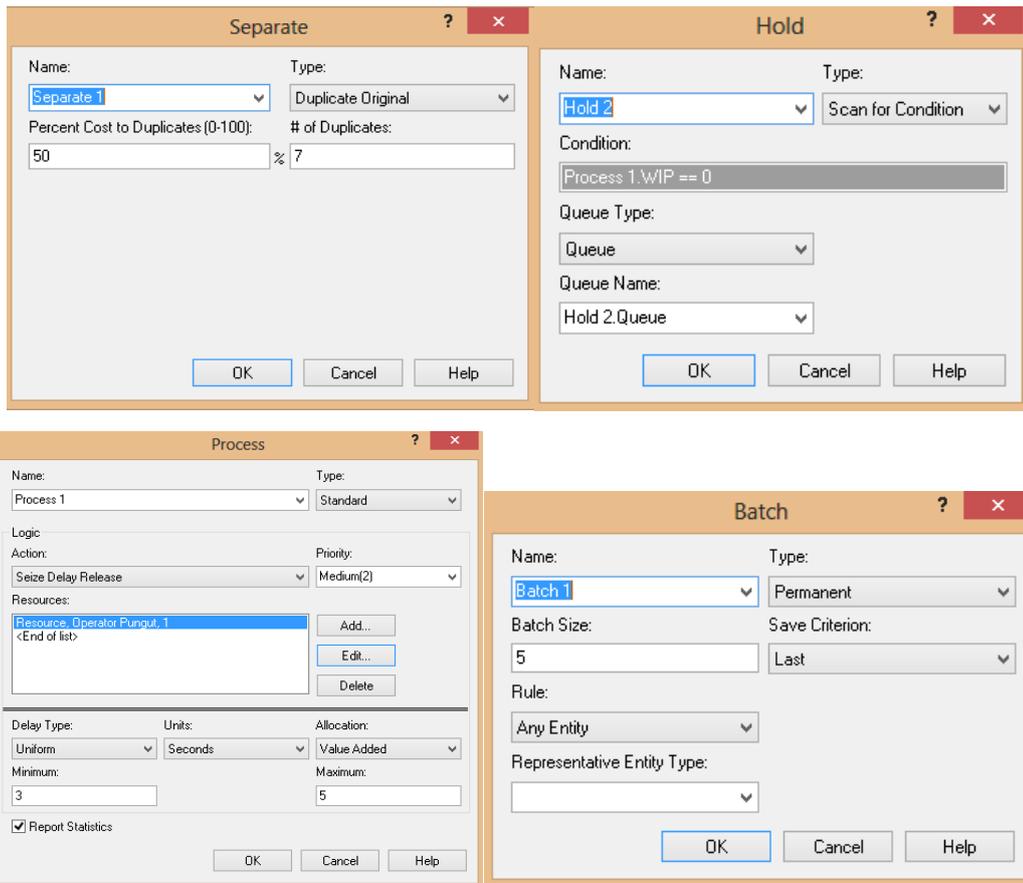
Next Stations

	Next Station	Length
1	Ujung Konveyor	24

Double-click here to add a new row.

	Name	Beginning Station	Next Stations
▶	Conveyor 1.Segment	Awal Konveyor	1 rows

Double click here to add a new row.



Capture Modul Simulasi Tray Conveyor B

Create ? x

Name: Entity Type:

Time Between Arrivals
 Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

	Name	Segment Name	Type	Velocity	Units	Cell Size
1 ▶	Conveyor 1	Conveyor 1.Segment	Non-Accumulating	0.3	Per Second	1

Next Stations

	Next Station	Length
1	Ujung Konveyor	24

Double-click here to add a new row.

	Name	Beginning Station	Next Stations
▶	Conveyor 1.Segment	Awal Konveyor	1 rows

Separate ? x

Name: Type:

Percent Cost to Duplicates (0-100): # of Duplicates:

Hold ? x

Name: Type:

Condition:

Queue Type:

Queue Name:

Batch ? x

Name: Type:

Batch Size: Save Criterion:

Rule:

Representative Entity Type:

Process ? x

Name: Type:

Logic: Priority:

Resources:

Delay Type: Units: Allocation:

Minimum: Maximum:

Report Statistics

Capture Modul Simulasi Tray Conveyor C

Create ? x

Name: Entity Type:

Time Between Arrivals
 Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

Name	Segment Name	Type	Velocity	Units	Cell Size
Conveyor 1	Conveyor 1.Segment	Non-Accumulating	0.2	Per Second	1

Next Stations

Next Station	Length
1 Ujung Konveyor	24

Double-click here to add a new row.

Name	Beginning Station	Next Stations
Conveyor 1.Segment	Awal Konveyor	1 rows

Separate ? x

Name: Type:

Percent Cost to Duplicates (0-100): # of Duplicates:

Hold ? x

Name: Type:

Condition:

Queue Type:

Queue Name:

Batch ? x

Name: Type:

Batch Size: Save Criterion:

Rule:

Representative Entity Type:

Process ? x

Name: Type:

Logic: Priority:

Resources:

Delay Type: Units: Allocation:

Minimum: Maximum:

Report Statistics

BIOGRAFI PENULIS



Tamisia Triastuti lahir di Sidoarjo pada tanggal 05 Agustus 1995. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, pasangan Narjono dan Ety Yuliati. Pendidikan formal yang ditempuh penulis berawal dari SD Negeri Sidodadi II, SMP Negeri 2 Taman, SMA Negeri 1 Krian, hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013-2017. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam mengikuti beberapa kegiatan kepanitiaan, organisasi, serta kompetisi. Penulis pernah tercatat sebagai staf Departemen Kewirausahaan (KWU) Badan Pengurus Harian (BPH) Himpunan Teknik Industri (HMTI) ITS 2014/2015 dan Kepala Biro Usaha Mandiri Departemen KWU BPH HMTI ITS 2015/2016. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan beberapa *event*, diantaranya menjadi anggota *Instructor Committee* (IC) GERIGI ITS 2015, anggota *Organize Committee* (OC) OKKBBK 2014, salah satu *Liason Officer* (LO) INCHALL 2017 kompetisi keilmuan Teknik Industri berskala ASEAN yang diadakan oleh HMTI ITS.

Pada tahun 2016 hingga 2017, penulis ikut andil dalam mengikuti kompetisi antar Jurusan Teknik Industri seluruh Universitas di Indonesia. Menjadi salah satu semifinalis kompetisi ISMEC's 2016, merupakan kompetisi keilmuan Teknik Industri yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya. Selain itu, juga menjadi salah satu finalis kompetisi ISEEC 2017, kompetisi keilmuan Teknik Industri yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri Universitas Indonesia. Dalam rangka mengaplikasikan keilmuan Teknik Industri, penulis pernah melakukan Kerja Praktik atau Magang di PT XZ khususnya pada pengendalian *output* produksi pada area pengepakan. Dari proses KP yang dilakukan membuat penulis ingin melakukan *improvement* yang dijadikan sebagai topik Tugas Akhir ini yaitu terkait mereduksi produk cacat yang dikarenakan adanya penggunaan mesin *material handling* yang kurang tepat. Penulis dapat dihubungi melalui email tamisiatrias@gmail.com