

**MINIMASI WASTE DOMINAN PADA PROSES PRODUKSI *CABINET*  
CASE JENIS KABINET PANEL MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN*  
*SIX SIGMA*  
(STUDI KASUS : DEPT. WOOD WORKING PT. YAMAHA INDONESIA)**

**TUGAS AKHIR**

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



Disusun Oleh :

Nama : Ummu Fathiah  
NIM : 14 522 423

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2018**

## SURAT BUKTI PENELITIAN

 **YAMAHA** PT. YAMAHA INDONESIA  
Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung  
Jakarta 13930 Indonesia, PO. Box. 1190/JAT  
Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

### SURAT KETERANGAN

No. : 391 /YI/ PKL /VIII/2018

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD) PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : UMMU FATHIAH  
Nomor Induk Mahasiswa : 14522423  
Jurusan : TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI  
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA



Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Minimasi Waste Dominan Pada Proses Produksi Cabinet Case Jenis Kabinet Panel Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma (Studi Kasus: Departemen Wood Working PT. Yamaha Indonesia)*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Maret 2018 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2018. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Agustus 2018

HRD Department  
PT. YAMAHA INDONESIA

  
  
Kalkausar Chalid  
Manager

CC: - Arsip

## PERYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui bahwa karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 7 September 2018



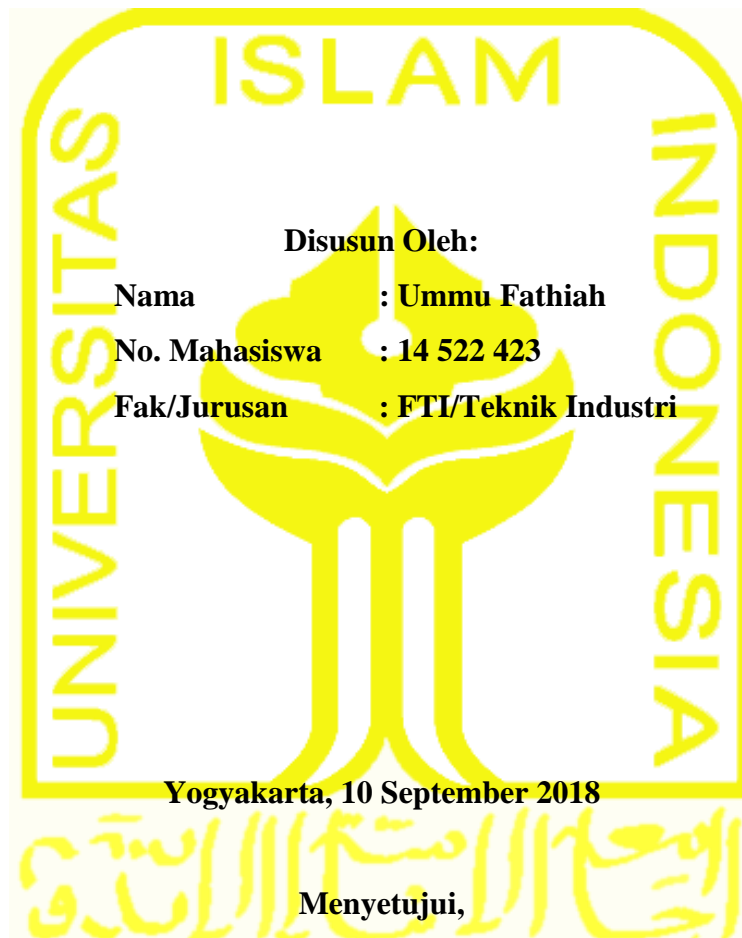
Ummu Fathiah

(14522423)

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**MINIMASI WASTE DOMINAN PADA PROSES PRODUKSI CABINET  
CASE JENIS KABINET PANEL MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
LEAN SIX SIGMA  
(STUDI KASUS: DEPT. WOOD WORKING PT. YAMAHA  
INDONESIA)**

**TUGAS AKHIR**



**(Joko Sulistio, S.T., M.Sc)**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### MINIMASI WASTE DOMINAN PADA PROSES PRODUKSI *CABINET CASE JENIS* KABINET PANEL MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA*

(STUDI KASUS: DEPT. *WOOD WORKING* PT. YAMAHA INDONESIA)

### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Ummu Fathiah  
 No. Mahasiswa : 14 522 423  
 Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Telah dipertahankan didepan siding penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 28 September 2018

Tim Penguji.

Joko Sulistio, S.T., M.Sc  
 Ketua

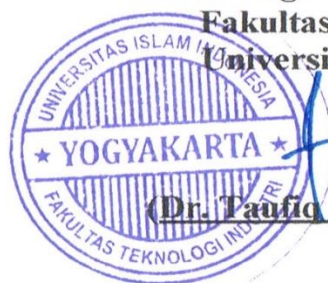
Zanurip, S.T  
 Anggota I

Annisa Uswatun Khasanah, S.T., M.Sc  
 Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri  
 Fakultas Teknologi Industri  
 Universitas Islam Indonesia



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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan Nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang*

*Teruntuk*

*Ibu Siswati*

*dan*

*Bapak Mardin Nasution*

*Terima kasih untuk segala doa yang tidak pernah ada hentinya, perhatian yang selalu diberikan, dukungan untuk selalu menjadi kuat, hiburan untuk selalu tertawa dan terus bahagia, motivasi agar dapat menyelesaikan tanggung jawab dan terimakasih atas perjuangan yang telah dilakukan selama ini sehingga kakak bisa menempuh pendidikan hingga Sarjana.*

*Ummu sayang kalian.*

## MOTTO

إِنْ أَحْسَنْتُمْ أَحْسَنْتُمْ لِأَنْفُسِكُمْ وَإِنْ أَسَأْتُمْ فَلَهَا

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat, maka (kejahatan) itu bagi dirimu sendiri,”

(Q.S AL-Isra’:7)

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S AL-Insyirah:6)

“Ilmu itu bagaikan binatang buruan, sedangkan pena adalah pengikatnya. Maka ikatlah binatang buruanmu dengan ikatan yang kuat”

(Imam Syafi’i)

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang diharapkan. Shalawat dan salam semoga tercurah pada Rasullullah Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya, yang telah menyampaikan syafaat-Nya kepada kita semua.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya, sehingga baik langsung maupun tidak langsung turut membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **Minimasi Waste Dominan Pada Proses Produksi Cabinet Case Jenis Kabinet Panel Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma (Studi Kasus : Dept. Wood Working PT. Yamaha Indonesia)**.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa dalam memberikan motivasi dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Joko Sulistio, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing dengan memberikan petunjuk, saran, dan informasinya selama pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.



4. Bagian HRD PT Yamaha Indonesia yang telah memberikan izin untuk melakukan Magang dan Tugas Akhir di PT Yamaha Indonesia
5. Bapak Zanurip, S.T selaku pembimbing lapangan di tempat magang, terima kasih atas bimbingannya.
6. Bapak Solihin dan bapak Dedi selaku foreman, bapak Thatit Aminaris, bapak Budi Bachtiar dan bapak Paryono selaku Kepala Kelompok Cabinet Side, *Cabinet Case* dan Wood Process yang telah memberikan data pendukung serta bimbingan selama saya berada di tempat magang.
7. Febri Wahyudi, Mei Setiawati, Catur Endah S, Dwi Adi Purnama, Ispak Girls serta rekan-rekan siswa latihan YI (Yamaha Indonesia) *batch 6* sahabat yang selalu memberikan hiburan canda tawa, dukungan, perhatian dan doa yang sangat berjasa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Semua teman-teman penulis dari dulu hingga sekarang, terimakasih untuk segala kebaikannya dan dukungannya.
9. Seluruh keluarga besar Teknik Industri 2014 yang telah menjadi keluarga selama 4 tahun ini, terimakasih untuk kebersamaannya dan semoga kesuksesan selalu bersama kita.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terkait, yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada saya menjadi amal sholeh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhanahu wa ta'ala. Aamiin

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa mendatang. Harapan terakhir, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi pada pembaca yang berminat pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 12 Agustus 2018

Ummu Fathiah

## ABSTRAK

*Kualitas menjadi faktor primer bagi konsumen untuk memilih produk. Kualitas produk yang tidak sesuai keinginan konsumen akan menyebabkan perusahaan mengalami kerugian. Kerugian tersebut dapat berupa kehilangan waktu, tenaga, uang, dan turunnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan. Tujuan penelitian adalah sebagai upaya untuk mengurangi temuan Defect yang terjadi pada proses cabinet panel di divisi Cabinet Case dan mengidentifikasi Defect serta penyebabnya. Dalam penelitian ini, metode Lean Six Sigma (WAM, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk mengetahui potensi kegagalan yang harus diprioritaskan dan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk membobotkan kriteria dari FMEA sehingga muncul RPN baru yaitu RPN-AHP). Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data Defect cabinet panel selama 6 bulan (Oktober 2017-Mei 2018).*

*Waste Assessment Model yang menghasilkan peringkat waste dari tertinggi hingga terkecil adalah Defect 22.78%, inventory 22%, overproduction 17%, motion 12%, waiting 10%, process 8% dan transportation 7%. Berdasarkan hasil perhitungan WAM waste tertinggi yang didapatkan, kemudian waste tersebut diminimasi dengan menggunakan tahapan Six Sigma yaitu Define, Measure, Analyze, Improve. Pada tahap define yang dilakukan adalah pengidentifikasian CTQ. Pada tahap measure, didapatkan nilai sigma sebesar 4.08, utilitas Pada tahap analyze dilakukan analisis faktor-faktor penyebab terjadinya waste dengan menggunakan fishbone diagram dan FMEA AHP yang menghasilkan nilai RPN tertinggi sebesar 3.24 yaitu rak tidak sesuai dengan kabinet/bahan untuk waste Defect.*

***Kata kunci:*** DMAI, WAM, Fishbone Diagram, FMEA AHP.

## DAFTAR ISI

<b>SURAT BUKTI PENELITIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penulisan .....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II KAJIAN LITERATUR.....</b>	<b>8</b>
2.1 Kajian Empiris.....	8
2.3 Konsep <i>Six Sigma</i> .....	14
2.4 <i>Lean Six Sigma</i> .....	18
2.5 Tahapan <i>Six Sigma</i> .....	18
2.6 <i>Waste</i> (Pemborosan).....	22
2.7 <i>Define</i> (Mendefinisikan) .....	24
2.7.1 WAM ( <i>Waste Assessment Model</i> ).....	24
2.7.2 SIPOC Diagram .....	31
2.7.3 Pendefinisian <i>Waste Defect</i> .....	32
2.8 <i>Measure</i> (Mengukur).....	32
2.8.1 Pengukuran <i>Waste Defect</i> .....	32
2.9 <i>Analyze</i> (Menganalisis).....	33
2.9.1 Fishbone Diagram .....	34
2.9.2 Failure Mode Effect Analysis (FMEA) .....	34
2.9.3 FMEA AHP .....	41
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Desain Penelitian.....	42
3.2 Objek Penelitian .....	42

3.3	Metode Pengumpulan Data .....	42
3.4	Diagram Alur Penelitian.....	44
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>		<b>48</b>
4.1	Pengumpulan data .....	48
4.1.1	Identifikasi <i>Waste</i> .....	48
4.1.2	<i>Waste Defect</i> .....	64
4.2	Pengolahan Data.....	68
4.2.1	<i>Waste Assessment Model</i> .....	68
4.2.2	Diagram SIPOC .....	80
4.2.3	Define.....	83
4.2.4	Measure.....	84
4.2.5	Analyze .....	88
4.2.6	Improve.....	108
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>116</b>
5.1	<i>Waste Assessment Model (WAM)</i> .....	116
5.2	Diagram SIPOC.....	117
5.3	Define .....	118
5.4	Measure .....	119
5.4.1	Measure <i>Waste Defect</i> .....	119
5.5	Analyze.....	120
5.5.1	Fishbone Diagram <i>Waste Defect</i> .....	121
5.5.2	FMEA AHP <i>Waste Defect</i> .....	122
	Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh.....	124
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>128</b>
6.1	Kesimpulan.....	128
6.1	Saran.....	130
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>132</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>134</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pencapaian Beberapa Nilai Sigma.....	16
Tabel 2.2 Stabilitas dan kapabilitas proses ( <i>Vincent Gaspersz, 2002</i> ) .....	21
Tabel 2.3 Jenis Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	25
Tabel 2.4 Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i> .....	28
Tabel 2.5 Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i> .....	29
Tabel 2.6 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar <i>Waste</i> .....	29
Tabel 2.7 Penentuan Nilai Severity .....	36
Tabel 2.8 Penentuan Nilai Occurence.....	36
Tabel 2.9 Penentuan Nilai Detection .....	37
Tabel 2.10 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan .....	38
Tabel 2.11 Contoh matriks perbandingan berpasangan .....	39
Tabel 2.12 Nilai Indeks Random .....	41
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Seven <i>Waste Relationship</i> Responden 1 .....	48
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Seven <i>Waste Relationship</i> Responden 2 .....	51
Tabel 4. 3 Rekapitulasi seven <i>Waste Relationship</i> Responden 3.....	53
Tabel 4. 4 Pengelompokan Jenis Pertanyaan .....	56
Tabel 4. 5 Rekapitulasi <i>Waste Assessment Questionnaire</i> Responden 1 .....	56
Tabel 4. 6 Rekapitulasi <i>Waste Assessment Questionnaire</i> Responden 2 .....	59
Tabel 4. 7 Rekapitulasi <i>Waste Assessment Questionnaire</i> Responden 3.....	61
Tabel 4. 8 Data Produksi Kabinet Panel divisi <i>Cabinet Case</i> Bulan Oktober 2017-Mei 2018.....	64
Tabel 4. 9 Data Jenis Cacat Bulan Oktober 2017-Mei 2018.....	65
Tabel 4. 10 Jumlah Skor Keterkaitan antar <i>Waste</i> Responden 1 .....	68
Tabel 4. 11 Jumlah Skor Keterkaitan antar <i>Waste</i> Responden 2 .....	70
Tabel 4. 12 Jumlah Skor Keterkaitan antar <i>Waste</i> Responden 3 .....	71
Tabel 4. 13 <i>Waste Relationship Matrix</i> dari Responden 1 .....	73
Tabel 4. 14 <i>Waste Relationship Matrix</i> dari Responden 2.....	74
Tabel 4. 15 <i>Waste Relationship Matrix</i> dari Responden 3.....	74
Tabel 4. 16 Pengonversian <i>Waste Matrix Value</i> dari Responden 1 .....	75
Tabel 4. 17 Pengonversian <i>Waste Matrix Value</i> dari Responden 2 .....	76
Tabel 4. 18 Pengonversian <i>Waste Matrix Value</i> dari Responden 3 .....	76
Tabel 4. 19 Hasil <i>Waste Assessment Questionnaire</i> dari Responden 1 .....	78
Tabel 4. 20 Hasil <i>Waste Assessment Questionnaire</i> dari Responden 2 .....	78
Tabel 4. 21 Hasil <i>Waste Assessment Questionnaire</i> dari Responden 3 .....	79
Tabel 4. 22 Hasil Rekapitulasi <i>Waste Assessment Questionnaire</i> dari 3 Responden .....	79
Tabel 4. 23 Persentase <i>Critical to Quality</i> (CTQ).....	83
Tabel 4. 24 Perhitungan Peta Kendali U ( <i>U Chart</i> ).....	84
Tabel 4. 25 Perhitungan Kedua Peta Kendali U ( <i>U Chart</i> ).....	86
Tabel 4. 26 Pengukuran DPMO dan Nilai Sigma .....	87
Tabel 4. 27 Analisis Penyebab Terjadinya <i>Waste Defect</i> .....	90
Tabel 4. 28 Nilai <i>Severity Waste Defect</i> .....	94

Tabel 4. 29 Nilai Occurrence <i>Waste Defect</i> .....	97
Tabel 4. 30 Nilai Detection <i>Waste Defect</i> .....	98
Tabel 4. 31 Perhitungan Nilai RPN <i>Waste Defect</i> .....	100
Tabel 4. 32 Perbandingan Antar Kriteria <i>Waste Defect</i> .....	102
Tabel 4. 33 Perhitungan Nilai Priority Weight <i>Waste Defect</i> .....	102
Tabel 4. 34 Nilai Consistency Ratio <i>Waste Defect</i> .....	103
Tabel 4. 35 Perhitungan Nilai RPN FMEA AHP <i>Waste Defect</i> .....	104
Tabel 4. 36 Perbandingan antara RPN FMEA dengan RPN FMEA AHP <i>Waste Defect</i> .....	107
Tabel 4. 37 Usulan Perbaikan <i>Waste Defect</i> .....	108

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 2 Grafik Data Cacat Kabinet Panel <i>Cabinet Case</i> Oktober 2017 .....	3
Gambar 2. 1 <i>Lean Production Methods</i> .....	14
Gambar 2. 2 Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola.....	17
Gambar 2. 3 Siklus DMAIC .....	19
Gambar 2. 4 Hubungan antar <i>Waste</i> .....	25
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian .....	44
Gambar 4. 1 Rekapitulasi <i>Waste Assessment Questionnaire</i> 3 Responden.....	80
Gambar 4. 2 Diagram SIPOC <i>Cabinet Case</i> Jenis Kabinet Panel Dept. <i>Wood Working</i> PT. Yamaha Indonesia.....	81
Gambar 4. 4 Grafik Peta Kendali U ( <i>U Chart</i> ).....	85
Gambar 4. 5 Grafik Peta Kendali U ( <i>U Chart</i> ) Perhitungan Kedua .....	87
Gambar 4. 6 <i>Fishbone Diagram Waste Defect</i> .....	89

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persaingan dalam dunia industri dewasa ini menjadi semakin ketat, sehingga menggiatkan perusahaan manufaktur dalam meningkatkan hasil produksi. Peningkatan yang banyak dilakukan dalam bentuk kualitas, harga, jumlah produksi dan pengiriman yang tepat waktu. Kualitas produk yang baik akan mampu membuat perusahaan menarik hati pelanggan serta mendapat kepercayaan mereka. Dengan variabilitas output yang rendah akan berdampak pada kualitas produk yang baik secara konsisten sehingga perusahaan kedepannya dapat menentukan standar dari tingkat kualitas yang memenuhi kebutuhan pelanggan (Askari & Hari, 2012).

Dalam upaya menghasilkan produk yang berkualitas, perusahaan harus memiliki keseimbangan lintasan yang baik. Agar dapat memiliki keseimbangan lintasan yang berjalan efektif dan efisien, perlu adanya tindakan meminimasi *waste* pada perusahaan karena pada dasarnya perusahaan manufaktur cukup banyak menggunakan material yang hal tersebut dapat mengakibatkan tidak sedikitnya pemborosan (*waste*) dalam proses produksi (Dana, et al., 2016). Pemborosan (*waste*) merupakan setiap operasi dalam proses yang tidak memiliki nilai tambah, sehingga perusahaan harus meminimasi *waste* atau kendala-kendala yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi (Aan, et al. 2016). Terdapat tujuh jenis pemborosan, yaitu *Overproduction* (memproduksi barang-barang yang belum dipesan atau pengembangan produk, proses atau fasilitas manufaktur tanpa adanya nilai tambah), *Waiting* (aktivitas menunggu pekerja, peralatan atau produk yang tidak memiliki nilai tambah, seperti pekerja menganggur karena kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak dan *bottleneck*), *Transportation* (Pergerakan yang tidak perlu ke beberapa lokasi seperti, memindahkan material, komponen atau



barang jadi dalam jarak yang terlalu jauh), *Over Processing* (melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen), *Inventory* (Penyimpanan produk/bahan mentah yang tidak perlu sehingga menyebabkan pemborosan biaya atau persediaan berlebihan yang menyebabkan masalah seperti keterlambatan pengiriman dan produk cacat yang disebabkan karena peramalan tidak akurat), *Motion waste* (gerakan pekerjaan yang sia-sia saat melakukan pekerjaannya) dan *Defect* (memproduksi barang yang cacat atau membutuhkan perbaikan). (Mohamed, 2013).

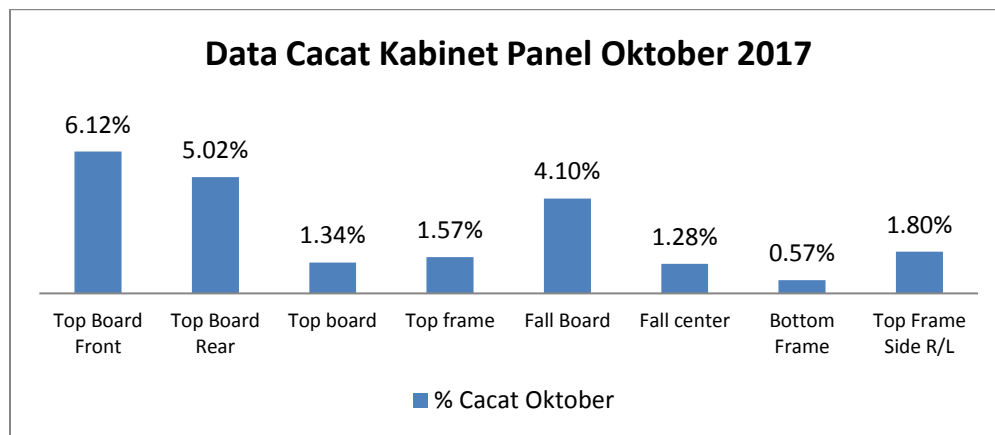
Usaha yang dapat dilakukan diantaranya dengan cara mengurangi pemborosan (*waste*), mengurangi biaya serta meningkatkan kemampuan pekerja. Dan semua itu dapat tercapai dengan penerapan konsep *Lean Manufacturing* pada perusahaan (Nicholas, 1998). *Lean* adalah suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (Gaspersz & Fontana, 2011). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2007). Hilangnya pemborosan dapat membuat semakin efektifnya lini produksi yang dapat berdampak pada peningkatan *income* perusahaan.

PT. Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan dan perakitan alat musik piano yang didirikan pada tanggal 27 Juni 1974, yang berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. Sebagai salah satu cabang perusahaan Yamaha *Coorporation* Jepang, PT. Yamaha Indonesia dituntut untuk mampu bersaing dengan cabang anak perusahaan lainnya serta perusahaan manufaktur lain dengan merk atau brand yang ada didunia. Sesuai dari falsafah Yamaha *Corporation* yaitu Operasi dan Manajemen yang berorientasi pada pelanggan, kesempurnaan dalam produk dan pelayanan, usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar, peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berkala, globalisasi dari bisnis Yamaha, serta secara terus menerus mengembangkan perubahan bisnis *posited* melalui diversifikasi.

Seiring meningkatnya permintaan terhadap produk piano, perusahaan selalu berusaha melakukan peningkatan produktivitas agar *output* yang dihasilkan dapat memenuhi permintaan para konsumen. Akan tetapi dalam menjalankan kegiatan produksinya, perusahaan masih menemukan kendala pada masing-masing departemen. Banyak faktor yang menyebabkan

produktivitas dari proses produksi perusahaan tidak mencapai target yang sudah ditetapkan. Melalui penerapan sistem produksi yang efektif dan efisien akan mampu menciptakan sistem produksi yang dapat meningkatkan produktivitas diantaranya yaitu memperhatikan produk cacat dalam setiap produksi yang kemudian diminimalkan dengan pengendalian mutu.

Berdasarkan observasi awal berupa wawancara yang didapatkan dari beberapa *Foreman* Departemen *Wood Working*, permasalahan yang terjadi pada divisi *Cabinet Case* adalah masih terdapat *waste* (pemborosan) yang terjadi pada proses produksi ditandai dengan tingginya *minus* kabinet sebanyak 1200pcs, dan kabinet panel kisaran 600an pcs. Serta berdasarkan diskusi selanjutnya dengan salah satu *Foreman*, menyatakan bahwa salah satu penyebab yang masih belum dapat terselesaikan adalah *waste defect*. Maka dari hasil diskusi tersebut dilakukan wawancara lanjutan dengan kepala kelompok bagian QC departemen *Wood Working* dan salah satu *Foreman* yang bertanggung jawab pada departemen *Wood Working*, mengatakan bahwa tingkat toleransi *defect* pada beberapa kabinet yang masih belum memenuhi target penurunan cacat produk yaitu sebanyak 50% dari periode sebelumnya yaitu 0.93% yang seharusnya menjadi 0.465%. Dan berdasarkan wawancara bersama kepala kelompok bagian QC *Wood Working*, tiap harinya ketika terdapat produksi cacat kabinet mencapai 1% akan segera dilaporkan kepada bagian produksi. Beberapa kabinet yang melebihi batas toleransi tersebut diantaranya adalah *Top Board Front*, *Top Board Rear*, *Top Frame Side R/L*, *Top Frame*. Dimana kabinet tersebut diproses pada divisi *Cabinet Case* sebelum masuk ke *Quality Control* departemen *Wood Working*. Berikut ini merupakan data cacat serta presentase Kabinet Panel pada periode 194 bulan oktober 2017:



Gambar 1.1 Grafik Data Cacat Kabinet Panel Divisi *Cabinet Case* Oktober 2017

Hasil wawancara diatas didukung dengan hasil perhitungan kuesioner *waste assessment model* sebagai salah satu *tools* untuk dapat mengidentifikasi hubungan *waste* serta diketahui *waste* yang menjadi faktor paling berpengaruh pada permasalahan yang terjadi pada divisi *Cabinet Case* adalah *waste deffect*. Permasalahan cacat (*defect*) produk ini sangat berpengaruh terhadap lini proses yang ada di departemen *Wood Working* dan departemen selanjutnya, dikarenakan menyebabkan penjadwalan tidak teratur yang menyebabkan overtime pengerjaan kabinet, sehingga *lead time* yang disediakan menjadi mundur dan piano tidak dapat dirakit (*assembly*) sesuai jadwal.

Untuk dapat meminimasi permasalahan yang terjadi pada departemen *Wood Working* divisi *Cabinet Case* tersebut, maka dapat digunakan salah satu metode yaitu konsep lean *Six Sigma*. *Lean-Six Sigma* adalah kombinasi gabungan antara *Lean* dan *Six Sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma, dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi – 3,4 DPMO (*Defects per Million Opportunities*) (Gaspersz & Fontana, 2011). Metode *Lean*, *tools* yang digunakan adalah *waste assessment model* sebagai tahapan dalam mencari dan mengidentifikasi permasalahan *waste*. Kemudian pada metode *Six Sigma*, *tools* yang digunakan adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). Namun tidak dilakukan sampai dengan tahapan *Control*, hanya sampai pada tahapan *Improve*. Pada tahapan *Analyze* dan *Improve*, digunakan integrasi metode FMEA dan AHP untuk mengetahui prioritas penyebab masalah yang paling membutuhkan perbaikan segera. Pengintegrasian kedua metode ini dikarenakan Salah satu kelemahan dari FMEA adalah kemungkinan mendapatkan hasil nilai RPN yang sama dengan maksud dan tujuan yang berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode AHP.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dijabarkan, maka dapat diidentifikasi permasalahan, sebagai berikut:

1. Jenis *waste* apa yang memiliki persentase tertinggi berdasarkan perhitungan *Waste Assessment Model*?
2. Faktor apa saja yang mempengaruhi *waste* tertinggi tersebut?
3. Bagaimana hasil prioritas perbaikan berdasarkan Risk Priority Number (RPN) dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk *waste* tertinggi?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar target yang diinginkan pada penelitian ini dapat berjalan dengan cepat dan tepat, maka perlu dibuat batasan-batasan masalah yaitu diantaranya:

1. Objek penelitian dilakukan pada kabinet panel di divisi *Cabinet Case* departemen *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia.
2. Data yang diambil untuk perhitungan dimulai sejak Oktober 2017-Mei 2018.
3. Penelitian yang dilakukan tidak sampai pada tahap *control*.
4. Data mengenai jenis kesalahan dan penyebabnya diperoleh dari data-data serta hasil wawancara langsung dengan beberapa pihak terkait pada PT. Yamaha Indonesia.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada PT. Yamaha Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh jenis *waste* yang memiliki presentase tertinggi berdasarkan metode *Waste Assessment Model*.
2. Dapat menentukan faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* tertinggi pada proses produksi divisi *Cabinet Case* di PT. Yamaha Indonesia.
3. Dapat mengetahui hasil dari prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk *waste* tertinggi.

## 1.5 Manfaat Penulisan

Hasil Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi almamater, penulis dan pembaca. Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Perusahaan mendapatkan input analisis khususnya dalam hal *Lean Manufacturing* dan rekomendasi alternatif solusi dalam mengurangi pemborosan dari kabinet cacat yang terjadi sehingga dapat meningkatkan kelancaran proses produksi.
2. Penulis memperoleh pengetahuan melalui hasil yang didapatkan pada penelitian ini.
3. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bahan bacaan untuk menambah pengetahuan bagi para pembaca serta dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Agar penulisan tugas akhir ini lebih terstruktur maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

### **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Membuat kajian singkat tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian

### **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga untuk memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

### **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga untuk memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

### **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

Kajian literatur menjelaskan landasan teori yang digunakan dalam melakukan penelitian. Dalam penelitian ini landasan teori mencakup beberapa konsep yang diantaranya konsep pemborosan, konsep *Lean Manufacturing*, *Six Sigma*, serta FMEA AHP. Selain itu juga akan dilakukan kajian empiris mengenai penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dan memiliki kesamaan dengan penelitian ini.

#### 2.1 Kajian Empiris

Kajian empiris menjelaskan penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan, berkaitan dengan topik terkait yang dijadikan acuan dalam pengembangan metode dan permasalahan yang ada pada penelitian tersebut.

Menurut Wicaksono et al. (2017) kesuksesan bisnis suatu perusahaan sangat bergantung pada kualitas produk yang dimiliki. Sehingga penting untuk mengendalikan kualitas tersebut. dimana permasalahan yang dihadapi oleh PT Coca Cola Amatil Indonesia (CCAI) masih adanya produk cacat pada dalam setiap produksi dimana terdapat 4 lintasan aktif yaitu 4,5,6 dan 8. *Waste* pada Coca-cola 1000ml memiliki persentase tertinggi di tahun 2016 bernilai 0,49% dimana batas kewajaran persentase cacat hanya 0,2%. Sehingga dari 1.744.527 pcs Coca-Cola 1000 ml yang diproduksi, 6.661 pcs adalah produk cacat. Penyebab cacat dari Coca-Cola 1000 ml terdiri atas cap cacat, cap *quality* cacat, serta *underfill* cacat dengan proporsi terbesar terjadi pada keadaan *underfill* dengan prosentase 61,21%, diikuti dengan cap cacat 22,97%, dan cap *quality* cacat 15,82%.

Dalam industri manufaktur (bijih besi), kemampuan proses adalah faktor penting untuk kelangsungan bisnis. Ada beberapa masalah dihadapi dalam proses yang menyebabkan ketidakmampuan untuk memenuhi jumlah target produksi. Dalam rangka meningkatkan kemampuan proses manufaktur, penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Lean Six Sigma*. Bagian pertama difokuskan pada *waste* menggunakan analisis proses kegiatan pemetaan. Kemudian manufaktur kemampuan proses dievaluasi. Modus kegagalan dan efek yang lebih lanjut, Analisis ini digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam mengembangkan program perbaikan terus-menerus. Penelitian menunjukkan bahwa kualitas kinerja terletak di tingkat 2,97 sigma. Ada 33,67% bebas nilai tambah kegiatan dan 14,2% bebas diperlukan bebas nilai tambah aktivitas yang terjadi selama proses manufaktur. Berdasarkan analisis, produk cacat, pengolahan tidak tepat dan menunggu adalah jenis *waste* manufaktur yang sering terjadi. Program perbaikan terus-menerus mengembangkan untuk mengatasi masalah itu. Program terdiri dari mendesain ulang parasut kolektor debu, beratnya prosedur operasi standar, BC 05 ereksi, vibro meter instalasi dan nitrogen tanaman instalasi (Sri & Muhammad, 2015).

Penelitian berjudul *Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves manufacturing organisation: a case study* yang diteliti oleh Vinodh et al. (2011) menghasilkan peningkatan signifikan yang telah diamati dengan metrik kinerja utama seperti DPU (*Defects per unit*), FTR (*first time right*), kapabilitas proses, OEE (*over-all equipment effectiveness*) setelah penerapan dari kerangka lean *Six Sigma* sehingga terjadi pengurangan 50% dalam DPU; 17,64% peningkatan OEE; 25% pengurangan waktu (*change over*) C/O; 0,99% peningkatan pada FTY (*first time yield*) dan 18,53% pengurangan waktu produksi manufaktur. Serta Peningkatan dalam FTR (*first time right*) dari 98,2% menjadi 99% akan menghemat 28.000 katup otomotif per bulan dari keseluruhan barang tidak lulus control kualitas.

Salomon et al, (2015) menyatakan bahwa pengimplementasian metode *Six Sigma* pada proses part bening PT. KG mampu memperbaiki kualitas dari produk part *Big Container 211 PLY* dan *Big Container 1L AS*, dimana sebelum dilakukan perbaikan nilai sigma untuk part *Big Container 211 PLY* dan *1L AS* adalah 4,015 dan 4,199 dengan tingkat presentase *reject* 3,57% dan 2,09%. Dan sesudah implementasi nilai sigma untuk part *Big Container 211 PLY* dan *1L AS* adalah 4,28 dan 4,40 dengan tingkat presentase *reject* 1,61% dan 1,09%. Hal tersebut sangat mempengaruhi proses produksi pada perusahaan PT. KG dikarenakan barang yang diproduksi oleh



perusahaan ini merupakan barang yang rentan dengan *reject* (cacat) dimana barang cacat tidak dapat diperbaiki lagi sehingga harus dihancurkan dan dijadikan bahan baku ulang.

Penelitian berikutnya dilakukan di PT. Eksonindo Multi Product Industry karena secara keseluruhan terdapat jumlah produksi yang belum mencapai target produksi perusahaan. Masalah tersebut diteliti lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab target produksi yang tidak tercapai oleh (Rumondang et al, 2014) menggunakan tahapan DMAI pendekatan *Lean Six Sigma*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada *current state* maka di dapatkan hasil dari *value stream mapping* (VSM) dengan tingkat pemborosan pada rantai produksi PT Eksonindo Multi Product Industry bahwa terdapat gerakan NNVA dan NVA sebesar 47.17% dan 9.03%. Dari hasil *checklist* yang dibuat, maka disimpulkan bahwa *waste unnecessary motion* teridentifikasi terjadi pada beberapa aktivitas yaitu pencarian *cutting* dise pada ws *cutting* area pon, pengeleman gendongan tas dan pelubangan bagian tas untuk tali pada ws *sewing* area distributor, dan gerakan menjangkau komponen dan alat bantu jahit serta pemakaian tangan kanan dan kiri yang tidak seimbang berdasarkan Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri pada ws *sewing* area penjahitan. Selanjutnya dengan menggunakan *fishbone chart* dan *5why* diperoleh aka penyebab dari *waste unnecessary motion* yang disebabkan oleh aktivitas operator dalam berjalan, meraih, dan mencari peralatan kerja karena buruknya penempatan layout kerja pada meja kerja.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sari dan Sirait (2016) melakukan analisis mengenai penerapan *Six Sigma* dan *kaizen* sebagai upaya meningkatkan kualitas pada Plant I produk botol minum tipe CB 061 adalah 4.1 sigma dengan jumlah DPMO sebesar 4603.23. Dikarenakan *reject* produk botol minum tipe CB 061 selalu melebihi batas ketetapan yaitu 1% dari total produksi. Menyebabkan tingginya biaya produksi dan keluhan pelanggan. Analisis dilakukan dengan menggunakan *Five M Checklist* dan penetapan saran *Five Step Plan*. Dengan *Five M Checklist* ditemukan dua faktor penyebab masalah yaitu faktor manusia dan faktor mesin, sehingga diperlukan setting mesin kembali, pengawasan operator yang lebih baik dan penjadwalan perawatan mesin. Sedangkan dengan penetapan saran *Five Step Plan* direkomendasikan perbaikan kualitas dengan langkah 5S (*seiri, seisi, seiton, seiketsu, dan shitsuke*).

Al Faritsy dan Suseno (2015) menunjukkan bahwa integrasi *Six Sigma, Lean* dan *Kaizen* dapat meningkatkan produktivitas pada PT. X yang menyuplai tiang lisrik beton kepada PT. PLN (persero). Peningkatan dilakukan dengan mengurangi waktu proses kerja, *work in process* dan *lead*

*time* dari proses produksi dengan mengeliminasi pemborosan (*waste*). Dimana produktivitas kerja awal rangkaian rangka sebesar 1,56 sigma, setelah dilakukan perbaikan menjadi 1,99 sigma. Pada peta proses operasi saat ini ditemukan waktu transportasi 37,5 menit dan waktu *delay* 305 menit. Pada peta kerja usulan dihasilkan waktu transportasi 16,25 menit dan waktu *delay* 70 menit. Pada CVSM (*Current Value Stream Mapping*) waktu siklus 4,71 jam, dan *lead time* 38,86 jam dengan total WIP 299 unit. Pada FVSM (*Future Value Stream Mapping*) waktu siklus 4,399 jam, dan *lead time* 30,01 jam dengan total WIP 198 unit. Selain itu juga dilakukan tahap perbaikan dengan menggunakan 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) dari pemborosan (*waste*) gerakan berlebihan (*excess motion*).

Wisnubroto et al. (2015) meneliti mengenai *Six Sigma* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan proses perusahaan dengan DPMO dan tingkat kapabilitas *sigma*, menentukan rencana tindakan dalam upaya meningkatkan kualitas produk dengan pendekatan *Kaizen*, dan mengetahui penyebab-penyebab kecacatan produk dan cara penanggulangannya dengan menggunakan *New Seven Tools* dapat tercapai. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis data suatu perusahaan berdasarkan produk cacat yang ada dengan pendekatan *Six Sigma* dan Analisis *Kaizen* serta *New 10 Seven Tools*. Hasil *Six Sigma* berupa pengukuran *baseline* kinerja perusahaan pada tahap pengukuran yaitu perusahaan pada kondisi 4,055 *sigma* dengan DPMO 5.310. Kecacatan yang paling berpengaruh adalah kesalahan pada proses penjahitan. Pendekatan *Kaizen* yang meliputi konsep *Five-M Checklist*, 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*) dan *Five Step Plan* dengan hasil utama rencana tindakan perbaikan terutama pada pekerja, mesin, material, metode dan lingkungan, Analisis *New Seven Tools* dalam penyelesaian masalah pada TQM (*Total Quality Management*) akan mengarahkan terjadinya perbaikan berkelanjutan melalui PDCA (*Plan, Do, Check, Action*).

Putri et al. (2017) melakukan penelitian terhadap lini produksi pipa baja las spiral di PT. KHI Pipe Industries menggunakan lean *Six Sigma* (DMAI). Dimana *waste* diidentifikasi menggunakan alat bantu dari *waste assessment model* yaitu *waste relationship matrix* dan *waste assessment questionnaire*. Hasil dari pengolahan data menunjukkan Persentase dari masing-masing *waste* pada produksi pipa gas spiral di PT. KHI Pipe Industries adalah 27% untuk *Defects*, 18% untuk *overproduction*, 14 untuk *inventory*, 13 untuk *motion*, 11 untuk *transportation*, 8 % untuk *process* dan 8% untuk *waiting*. *Waste* yang paling dominan dari presentasi hasil perhitungan *waste*

*assessment model* adalah *Defect*. Usulan perbaikan yang diusulkan untuk mengurangi *Defect* adalah *Maintenance* mesin secara rutin setiap hari saat sebelum pemakaian, kontroling saat pemakaian dan sesudah pemakaian. Mengganti part secara berkala. Menghaluskan permukaan rak penyimpanan pipa, untuk mengurangi terjadinya *indent* maupun *scratch*. Pelatihan berupa *on the job training* pada operator untuk meningkatkan skill dan pengetahuan.

Berdasarkan 9 penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka peneliti melakukan penelitian pada PT Yamaha Indonesia dengan mengidentifikasi *waste* menggunakan metode *Lean* dimana *tools* yang digunakan dalam mengidentifikasi pemborosan yaitu *waste assessment model*. Setelah mengetahui *waste* tertinggi yaitu *waste defect*, kemudian *waste* tersebut diminimasi menggunakan metode *Six Sigma* yaitu *Define, Analyze, Measure* dan *Improve* (DMAI). Pengidentifikasian *waste defect* adalah dengan mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ). Pengukuran *waste defect* adalah dengan mengukur peta kendali U (*U Chart*), nilai DPMO dan nilai sigma. Setelah diidentifikasi dan diukur, tahap selanjutnya adalah menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya masing-masing *waste* dengan menggunakan *fishbone diagram* atau diagram sebab akibat. Setelah mengetahui faktor-faktor penyebab, kemudian pada tahap perbaikan ini lah yang menjadi pembeda penelitian ini dengan 9 penelitian sebelumnya yaitu peneliti melakukan pembobotan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengetahui urutan perbaikan dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) yang diintegrasikan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

## **2.2 Lean Manufacturing**

*Lean Manufacturing* memiliki definisi sebagai pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) melalui perbaikan berkesinambungan dengan aliran produk berdasarkan kehendak konsumen (*pull system*) dalam mengejar kesempurnaan. *Pull system* dikenal juga dengan *Just In Time* (JIT) atau produksi tepat waktu (Monden, 2011).

Terdapat lima prinsip dasar *Lean*, yaitu sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000):

1. *Specify value*, menentukan hal apa saja yang menciptakan dan tidak menciptakan nilai dari perspektif *customer* dan bukan dari perspektif perusahaan, fungsi, dan departemen.

2. *Eliminate waste*, mengidentifikasi semua langkah yang dibutuhkan untuk perancangan, pemesanan, dan produksi produk yang mencakup *whole value stream* untuk mengetahui dan mengeliminasi *non value added activities* dan *waste* dalam proses.
3. *Make value flow*, menentukan tindakan-tindakan yang menciptakan aliran nilai tanpa adanya gangguan, pengulangan, aliran balik, menunggu, maupun sisa produksi.
4. *Pull value*, hanya membuat apa yang diinginkan *customer*. *Customer* menentukan permintaan melalui *order* yang diberikan. Prinsip ini mengeliminasi kebutuhan akan penyimpanan *inventory* yang berlebih dan modal yang lebih irit.
5. *Pursue perfection*, berusaha keras mencapai kesempurnaan dengan jalan menghilangkan lapisan berturut-turut dari *waste* yang ditemukan secara kontinyu. *Continuous improvement* atau perbaikan berkelanjutan diperlukan untuk mengeliminasi *waste* dari *resources* yang ada.

Sistem produksi menggunakan *Lean Manufacturing* melalui pendekatan yang dilakukan dalam upaya mengurangi *waste* dan meningkatkan produktivitas sistem produksi. Konsep lean production akan menciptakan sistem produksi yang cepat dan perlu memperhatikan adanya kualitas yang baik, dengan menggabungkannya dengan *Six Sigma* menjadi konsep lean *Six Sigma*. Pada konsep lean production terdapat banyak metode atau tools yang dapat digunakan. Matt dan Rauch (2013) memperoleh 43 metode atau tools dari lean production yang dapat diaplikasikan pada suatu industry dengan skala berbeda pada penelitian yang telah dilakukannya. Metode-metode tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :

Type	Lean Production methods	micro	small	medium	large
Machinery and equipment	Low Cost Automation	○	◐	◑	◒
	OEE Overall Equipment Effectiveness	○	◐	◑	◒
	Preventive Maintenance	○	◐	◑	◒
	Setup Time Reduction (SMED)	◐	◑	◒	◓
	Total Productive Maintenance	○	◐	◑	◒
Material flow and layout	Cellular Manufacturing	○	◐	◑	◒
	First in first out (FIFO)	◐	◑	◒	◓
	One-piece-flow	○	◐	◑	◒
	Simulation software (e.g. MatFlow)	○	○	◐	◑
	Optimization of the supply chain	○	◐	◑	◒
	Value Stream Mapping	○	◐	◑	◒
Organization and staff	Work station design	◐	◑	◒	◓
	5S	◐	◑	◒	◓
	Autonomous work groups	○	◐	◑	◒
	Benchmarking	◐	◑	◒	◓
	Ideas Management	◐	◑	◒	◓
	Job rotation	◐	◑	◒	◓
	Lean Office (Administration)	○	◐	◑	◒
	Kaizen (CIP-Meetings)	◐	◑	◒	◓
Production planning and control	Standardisation	◐	◑	◒	◓
	Just in Sequence	○	◐	◑	◒
	Just in Time	◐	◑	◒	◓
	Kanban	○	◐	◑	◒
	Line Balancing and Muda reduction	○	◐	◑	◒
	Milkrun	○	◐	◑	◒
	PPS Simulation software	○	◐	◑	◒
	Economic (optimal) lot size	○	◐	◑	◒
Quality	Visual Management	◐	◑	◒	◓
	FMEA	○	○	◐	◑
	Poka Yoke	◐	◑	◒	◓
	Quality Circles	○	◐	◑	◒
	Quality Function Deployment	○	○	◐	◑
	Six-Sigma	○	○	◐	◑
	Statistical Process Control (SPC)	○	◐	◑	◒
	Supplier Development	○	◐	◑	◒
	Total Quality Management	○	◐	◑	◒
	Zero Defect (Jidoka)	○	◐	◑	◒

unsuitable    less suitable    suitable    well suitable    very suitable  
 ○            ◐            ◑            ◒            ◓

Gambar 2.1 *Lean Production Methods*

(Sumber: Matt &amp; Rauch, 2013)

Dari 43 tools yang dapat digunakan dari lean production methods, *Six Sigma* dan FMEA merupakan *tools* yang cocok untuk diterapkan dalam industri skala besar untuk meminimasi *waste* dan peningkatan kualitas produk.

### 2.3 Konsep *Six Sigma*

*Six Sigma* merupakan metode pengendalian kualitas statistik yang dikembangkan pertama kali oleh perusahaan Motorola tahun 1986, dimana hal tersebut merupakan suatu terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas di masa itu. Motorola sekarang dapat menampilkan kinerja membangun pager dan telepon seluler dalam satuan berkisar dari satu unit sampai 100.000.

Melalui produksi massal khusus perusahaan dapat memenuhi pesanan yang tepat dalam beberapa menit setelah diterimanya pesanan.

*Six Sigma* telah mengembangkan dan mensistematisasikan berbagai alat statistik dan bisnis disamping juga dapat mengurangi biaya, cacat dan waktu siklus produksi serta disisi lain juga mampu meningkatkan pangsa pasar, mempertahankan pelanggan dan pengembangan produk. Programnya dapat digunakan di setiap tahap proses produksi dan administrasi (Glasgow et al. 2010)

Pendekatan pengendalian proses 6-sigma Motorola (*Motorola's Six Sigma Process Control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ (*Critical To Quality*) individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar  $\pm 1,5$ -sigma, sehingga diestimasikan proses akan menghasilkan 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) (Mastur & Aji, 2016). Dengan demikian berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola, berlaku toleransi penyimpangan: (mean - Target) atau  $(\mu - T) = 1,5Q$  atau  $\mu = T \pm 1,5\sigma$ . Di sini  $\mu$  (baca: mu) merupakan nilai rata-rata (mean) dari proses, sedangkan  $\sigma$  (baca: sigma) merupakan ukuran variasi proses (Mastur & Aji, 2016).

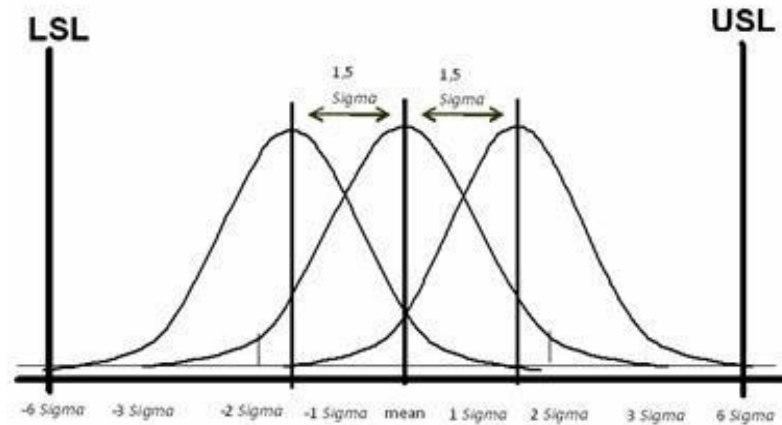
Konsep *Six Sigma* Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diizinkan sebesar 1,5-sigma (1,5 x standar deviasi maksimum) adalah berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Perbedaan ini ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Nilai-nilai DPMO dan pergeseran berbagai nilai rata-rata dari proses pada berbagai tingkat *sigma*.

Tabel 2.1 Pencapaian Beberapa Nilai Sigma

<i>True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)</i>			<i>Motorola's 6-Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1,5- sigma)</i>		
<b>Batas Spesifikasi (LSL-USL)</b>	<b>Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)</b>	<b>DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)</b>	<b>Batas Spesifikasi (LSL-USL)</b>	<b>Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)</b>	<b>DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)</b>
$\pm 1\text{-sigma}$	68,27%	317.300	$\pm 1\text{-sigma}$	30,8538%	691.462
$\pm 2\text{-sigma}$	95,45%	45.500	$\pm 2\text{-sigma}$	69,1462%	308.538
$\pm 3\text{-sigma}$	99,73%	2.700	$\pm 3\text{-sigma}$	93,3193%	66.807
$\pm 4\text{-sigma}$	99,9937%	63	$\pm 4\text{-sigma}$	99,3790%	6.210
$\pm 5\text{-sigma}$	99,999943%	0,57	$\pm 5\text{-sigma}$	99,9767%	233
$\pm 6\text{-sigma}$	99,999998%	0,002	$\pm 6\text{-sigma}$	99,99966%	3,4

(Sumber : Gaspers, 2002)

Nilai pergeseran 1,5 Sigma ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebegus-bagusnya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 Sigma dari nilai tersebut (Mastur & Aji, 2016). *Six Sigma* juga dapat dikatakan sebagai pengendalian proses produksi yang berfokus kepada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses atau *process capability*. Gambar konsep *Six Sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 Sigma dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.2 Konsep *Six Sigma* Motorola

(Sumber: Gaspersz, 2011)

Menurut Gaspers (2005) terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu:

1. Identifikasi pelanggan
2. Identifikasi produk
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan
4. Definisi proses
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
6. Tingkat proses secara terus menerus menuju target *Six Sigma*

Menurut Gaspers (2005) apabila konsep *Six Sigma* akan ditetapkan dalam bidang *manufacturing*, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Identifikasi karakteristik produk yang memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*critical-to-quality*) individual.
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).



6. Mengubah desain produk dan / atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*.

*Six Sigma* juga dikatakan sebagai metode yang berfokus pada proses dan pencegahan cacat (Snee, 1999). Pencegahan cacat dilakukan dengan cara mengurangi variasi yang ada di dalam setiap proses dengan menggunakan teknik-teknik statistik yang sudah dikenal secara umum.

Keuntungan dari penerapan *Six Sigma* berbeda untuk tiap perusahaan yang bersangkutan, tergantung pada usaha yang dijalankannya. Biasanya *Six Sigma* membawa perbaikan pada hal-hal berikut ini Peter et al. (2000):

1. Pengurangan biaya
2. Perbaikan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Retensi pelanggan
5. Pengurangan waktu siklus
6. Pengurangan cacat
7. Pengembangan produk / jasa

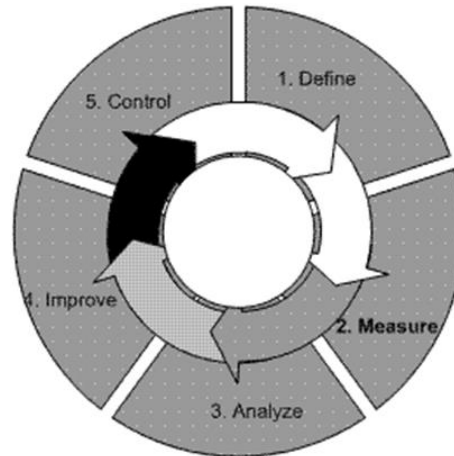
#### **2.4 Lean Six Sigma**

*Lean-Six Sigma* adalah kombinasi gabungan antara *Lean* dan *Six Sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma, dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi – 3,4 DPMO (*Defects per Million Opportunities*) (Gaspersz, 2011).

#### **2.5 Tahapan Six Sigma**

Terdapat lima tahapan dalam pengimplementasian peningkatan kualitas dengan *Six Sigma* yaitu menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) (Gasperz, 2005).

Kelima tahapan tersebut merupakan tahapan berulang yang membentuk siklus peningkatan kualitas. Siklus DMAIC dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Siklus DMAIC

(Sumber: *Peter et al*, 2000)

1. *Define* adalah langkah operasional awal dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini mendefinisikan rencana tindakan yang perlu dilakukan dalam melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Terdapat tiga aktivitas utama dalam mendefinisikan proses inti dan para pelanggan, diantaranya:
  - a. Mendefinisikan proses inti mayor dari bisnis
  - b. Menentukan output kunci dari proses inti serta pelanggan kunci yang dilayani
  - c. Menciptakan peta tingkat tinggi dari proses inti atau proses strategi
2. *Measure* adalah langkah kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Yang dilakukan dalam tahapan ini adalah memvalidasi atau menyaring masalah dan memulai meneliti akar masalah dalam proses yang diteliti. *Measure* merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah sebelumnya dan merupakan jembatan untuk langkah selanjutnya. Pengukuran yang dilakukan dapat berupa pengukuran stabilitas proses, perhitungan peluang *defect*, pengukuran proporsi *Defect* dan lain lain (Peter et al, 2005). Terdapat dua sasaran utama dalam langkah measure diantaranya (Peter et al, 2005):

- a. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkualifikasikan masalah serta peluang. Biasanya berupa informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi anggaran dasar proyek yang pertama
- b. Memulai menyentuk fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

Kemudian dalam langkah kedua ini terdapat tiga hal pokok yang dilakukan Gaspers (2002) yaitu :

- a. Menentukan karakteristik kualitas kunci

Karakteristik kualitas kunci (CTQ) ditetapkan berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik pelanggan yang diturunkan secara langsung dari syarat-syarat output dan pelayanan. Dalam sumber lain menyebutkan bahwa karakteristik kualitas sama dengan jumlah kesempatan penyebab cacat (*opportunities to failure*).

- b. Mengembangkan rencana pengumpulan data

Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat, yaitu:

1. Rencana pengukuran tingkat proses, yaitu mengukur setiap aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan. Dimana tujuannya yaitu untuk mengidentifikasi setiap perilaku yang mengatur setiap langkah dalam proses.
2. Pengukuran tingkat output, yaitu mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan suatu proses dibandingkan dengan karakteristik kualitas yang diinginkan pelanggan.
3. Rencana pengukuran tingkat *outcome*, yaitu mengukur bagaimana baiknya suatu produk atau jasa dapat memenuhi kebutuhan spesifik dari pelanggan. Jadi tingkat ini adalah mengukur kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk atau jasa yang diberikan kepada pelanggan (Gaspers et al, 2002).

- c. Pengukuran *baseline* kinerja

Peningkatan kualitas *Six Sigma* yang telah ditetapkan akan berfokus pada upaya-upaya peningkatan kualitas menuju *zero Defects* sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan. Maka perlu diketahui tingkat kinerja saat ini atau dalam terminology *Six Sigma* disebut sebagai *baseline* kinerja. Ukuran hasil *baseline* kinerja yang digunakan dalam *Six*

*Sigma* adalah tingkat DPMO (*Defects Per Millions Oppurtunities*) dan pencapaian tingkat sigma (Gaspers et al, 2002).

3. Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas. Pada tahapan ini dilakukan analisis terhadap akar permasalahan terhadap proses dan masalah, serta mengidentifikasi akar permasalahan tersebut (Gaspersz, 2011). Tujuan tahap ketiga ini adalah mengidentifikasi langkah-langkah yang dibutuhkan untuk dilaksanakan dalam meningkatkan suatu proses dan menurunkan sumber-sumber utama penyebab variasi. Ada tiga hal yang perlu dilakukan dalam tahapan ini, yaitu:

- a. Menentukan stabilitas dan kemampuan proses

Berikut merupakan pengertian ukuran dari proses stabil dan proses yang mampu (*stability* dan *capability*):

Tabel 2.2 Stabilitas dan kapabilitas proses (Gaspers et al, 2002)

Status Proses				
No	Stabilitas	Kapabilitas	Situasi	Analisis
1	Tidak	Tidak	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Keadaan proses diluar pengendalian</li> <li>➤ Proses akan menghasilkan produk cacat terus menerus (keadaan kronis)</li> </ul>	Sistem industri berada dalam kondisi paling buruk
2	Ya	Tidak	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Keadaan Proses di dalam pengendalian</li> <li>➤ Proses masih menghasilkan cacat</li> </ul>	Sistem industri berada dalam status antara menuju peningkatan kualitas global
3	Ya	Ya	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Keadaan proses berada dalam pengendalian</li> <li>➤ Proses tidak menghasilkan produk cacat (<i>zero Defect</i>)</li> </ul>	Sistem industri berada dalam kondisi dalam baik, merupakan target <i>Six Sigma</i>
4	Tidak	Tidak	Proses berada di luar pengendalian proses menimbulkan masalah kualitas secara sporadis	Sistem industri tidak dapat diperkirakan ( <i>unpredictable</i> ) dan tidak diinginkan oleh manajemen industri

- b. Menentukan target kinerja dari karakteristik kualitas kunci

- c. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas
- 4. *Improve* adalah langkah operasional keempat dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahapan ini merupakan pelaksanaan dari aktivitas perbaikan berdasarkan dari hasil analisis ditahap sebelumnya.
- 5. *Control* merupakan langkah operasional terakhir dalam program peningkatan kualitas *si sigma*. Tahapan ini merupakan rencana perbaikan ulang terhadap proses yang tidak diinginkan dan keuntungan dari perbaikan yang terus-menerus harus didapatkan. Sehingga pada tahap ini dilakukan rencana pengendalian terhadap proses (Dewi, 2012).

## 2.6 Waste (Pemborosan)

Tujuan utama dari sistem *Lean Manufacturing* adalah untuk meminimasi pemborosan (*waste*). *Waste* merupakan segala aktivitas pemakaian sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah pada produk, dimana pada dasarnya semua *waste* yang terjadi berkaitan erat dengan dimensi waktu. Pemborosan yang terjadi ditemukan pertama kali oleh Taiichi Ohno. Dalam bahasa Jepang pemborosan disebut dengan muda. Taiichi Ohno mengelompokkan pemborosan menjadi tujuh jenis, diantaranya (Imai, 1998):

### 1. *Overproduction* (Produksi Berlebih)

Produksi berlebih terjadi karena mentalitas supervisor, yang khawatir terhadap berbagai masalah produksi diantaranya yaitu gangguan mesin, cacat produksi, atau ketidakhadiran karyawan sehingga memaksakan diri untuk memproduksi lebih banyak dari seharusnya untuk berjaga-jaga. Pemborosan jenis ini merupakan akibat dari upaya mendahului jadwal produksi. Berproduksi lebih daripada yang dibutuhkan berdampak pada pemborosan konsumsi material, input yang dihaburkan, penambahan mesin, peningkatan beban bunga modal, penambahan ruang, penambahan transportasi, dan penambahan biaya administrasi.

### 2. *Unnecessary Inventory* (Persediaan Tidak Memberi Nilai Tambah)

Produk jadi, barang setengah jadi, atau komponen dan pasokan barang terkonsumsi yang berstatus persediaan tidak memberikan nilai tambah. Tingkat kualitasnya pun menurun seiring berjalannya waktu. Nilainya pun dapat hilang karena kebakaran atau kebanjiran serta berbagai musibah lainnya. Tingkat persediaan yang rendah merupakan petunjuk penting dan terfokus sehingga memudahkan dalam merumuskan masalah yang harus ditangani. Hal ini juga memberikan dorongan lebih untuk segera menanganinya begitu masalah muncul.

3. *Defect* (Produk Cacat)

Hasil produksi yang ditolak/cacat mengganggu produksi dan membutuhkan pengerjaan ulang yang mahal. Seringkali produk gagal tersebut harus dihancurkan, suatu pemborosan sumber daya maupun upaya yang telah ditanamkan. Penggunaan mesin produksi masal berkecepatan tinggi juga dapat memproduksi produk yang cacat. Hal ini dapat diatasi dengan sistem pokayoke yang dapat menghentikan proses ketika terjadi kesalahan produksi sehingga tidak menimbulkan masalah yang terlalu besar. Selain itu pengerjaan ulang juga bisa terjadi karena kesalahan menerjemahkan keinginan konsumen. Hal ini tidak perlu terjadi apabila perusahaan sudah benar sejak awal.

4. *Unnecessary Motion* (Gerak Kerja Tidak Perlu)

Gerak kerja yang tidak berhubungan dengan proses produksi merupakan tidak bernilai tambah sehingga perlu dihilangkan. Mengangkat benda juga merupakan pemborosan karena sulit dan dapat dihindari. Mengangkat benda dapat dihindari dengan penataan tempat kerja. Gerak kerja bernilai tambah hanya memakan waktu sedikit saja. Gerak kerja sisanya hanya merupakan gerak kerja tidak bernilai tambah seperti mengambil benda, membawanya atau meletakkannya. Dalam menganalisis gerakan kerja yang efektif, pengamat harus mengamati tangan dan kakinya sehingga dapat dipikirkan penataan dari komponen serta kembangan peralatan dan jig yang tepat guna.

5. *Inappropriate Processing* (Pemborosan Proses)

Teknologi yang kurang tepat atau rancangan yang kurang baik berakibat pada pemborosan yang terjadi pada pemrosesan. Langkah mesin yang terlalu panjang atau langkah kempa yang tidak efektif hingga pengerjaan penghalusan pada sudut benda kerja merupakan contoh dari pemborosan pada pemrosesan yang dapat dihindari. Pemborosan proses dapat dihindari dengan menggabungkan beberapa proses operasi secara sekaligus. Pemborosan proses biasanya terjadi karena kegagalan sinkronisasi proses. Selain itu operator yang terlalu teliti juga merupakan pemborosan proses.

6. *Waiting* (Menunggu)

Pemborosan waktu tunggu terjadi bila operator kebanyakan menganggur atau saat operator menunda pekerjaan karena terjadinya berbagai keadaan, seperti jalur kerja yang tak seimbang, komponen belum tersedia, atau gangguan mesin. Jenis pemborosan ini merupakan pemborosan yang mudah dikenali. Operator yang menunggu benda kerja berikutnya tiba atau menunggu

mesin menyelesaikan langkah selanjutnya, pada saat ini operator hanya mengawasi mesin saja tanpa memberikan nilai tambah yang merupakan sebuah pemborosan.

#### 7. *Excessive Transportation* (Memindahkan Benda Kerja)

Transpor atau memindahkan benda kerja dari satu titik ke titik lain merupakan suatu pekerjaan yang banyak dilakukan di tempat kerja. Tetapi transpor tidak memberikan nilai tambah karena tidak merubah apapun dari benda kerja tersebut. Bahkan kerusakan dapat terjadi dalam proses pemindahan barang yang dapat mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Dua proses yang saling terpisah membutuhkan transportasi. Guna menghapuskan pemborosan ini, proses yang saling terpisah harus dipadukan ke dalam jalur rakit utama selama hal itu memungkinkan.

### 2.7 Define (Mendefinisikan)

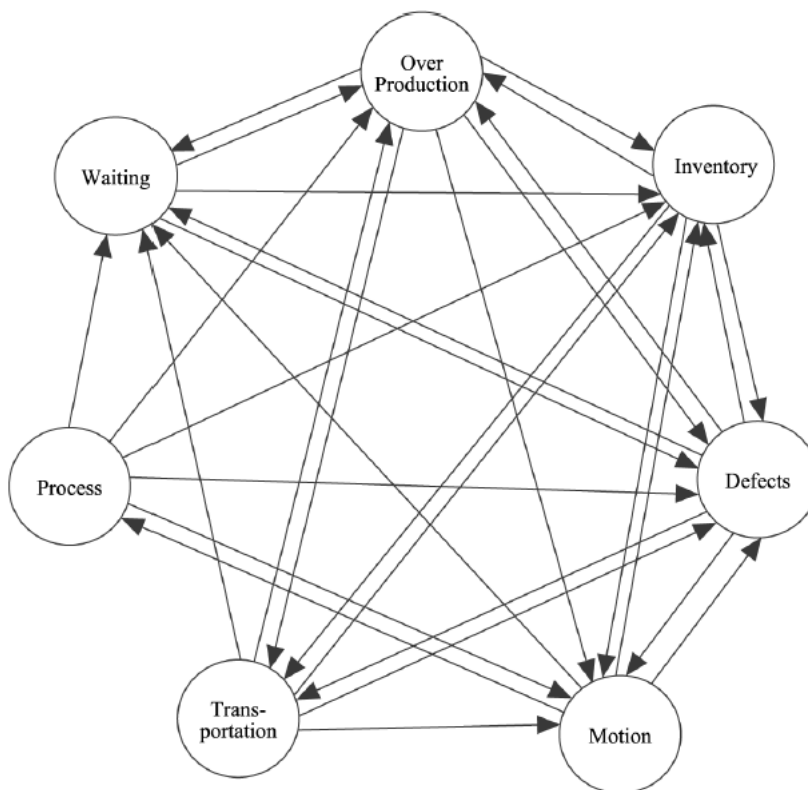
Define merupakan tahapan pertama dalam metodologi DMAIC.

#### 2.7.1 WAM (*Waste Assessment Model*)

Dalam mengetahui *waste* yang paling dominan dan membutuhkan perbaikan dengan segera perlu dilakukan identifikasi *waste*. Pada tahap identifikasi ini dibutuhkan suatu model untuk memudahkan dan menyederhanakan proses pencarian permasalahan *waste* (Rawabdeh, 2005). Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Waste Assessment Model* (WAM) yang terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Model ini memiliki kelebihan berupa matriks yang sederhana dan kuesioner yang mencakup banyak hal dan mampu memberikan kontribusi untuk mencapai hasil yang akurat dalam mengidentifikasi hubungan antar *waste* yang ada dan juga penyebab terjadinya *waste* (Rawabdeh, 2005).

##### 1) SWR (*Seven Waste Relationship*)

Semua *waste* saling bergantung satu sama lain, saling mempengaruhi dan dipengaruhi. Hubungan antar *waste* memang sangat kompleks karena disebabkan pengaruh dari setiap *waste* dapat muncul secara langsung atau tidak langsung. Hubungan antar *waste* yang satu dengan yang lain dapat disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama pada setiap *waste* (Rawabdeh, 2005). O untuk *overproduction*, I untuk *inventory*, D untuk *Defect*, M untuk *motion*, P untuk *process*, T untuk *transpotation* dan W untuk *waiting*. Berikut merupakan keterkaitan antar pemborosan yang telah dipaparkan oleh Rawabdeh (2005):



Gambar 2.4 Hubungan antar Waste

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Tabel 2.3 Jenis Hubungan Antar Waste

No	Jenis Hubungan	Keterangan
1	O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	Produksi berlebih dan membutuhkan banyak bahan baku menyebabkan adanya stok bahan baku dan membuat adanya <i>work-in-process</i> yang dapat menghabiskan ruang dan mempertimbangkan kondisi sementara ketika tidak ada pelanggan yang mungkin tidak memesan
2	O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	Ketika operator produksi berlebih, timbul kekhawatiran akan kualitas dari produk
3	O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	Produksi berlebih berpengaruh pada kebiasaan non ergonomi, dimana akan berpengaruh pada metode kerja yang tidak memenuhi standar dengan banyaknya kerugian gerakan
4	O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	Produksi berlebih berpengaruh pada upaya transportasi yang lebih untuk dapat menyokong jumlah bahan yang melimpah



No	Jenis Hubungan	Keterangan
5	O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	Ketika produksi berlebih, hasil yang didapatkan pada waktu yang lebih lama dan pelanggan berikutnya akan menunggu lebih lama lagi
6	I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	Tingkat persediaan bahan baku yang tinggi dapat mendorong pekerja untuk bekerja lebih dan dapat meningkatkan profitabilitas
7	I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	Peningkatan inventory (RM, WIP dan FG) dapat meningkatkan peluang terjadinya cacat dikarenakan kekurangan konsentrasi saat mengerjakan dan tidak cocok dengan kondisi penggudangan
8	I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	Peningkatan <i>inventory</i> akan meningkatkan waktu untuk mencari, menyeleksi, menjangkau atau berpindah
9	I_T ( <i>Inventory_Transportation</i> )	Peningkatan <i>inventory</i> suatu saat dapat menghalangi gang (jalanan di sela-sela ruang), membuat aktivitas produksi menghabiskan banyak waktu untuk transportasi
10	D_O ( <i>Defect_Overproduction</i> )	Produksi berlebih memunculkan perilaku untuk dapat mengatasi masalah kekurangan bahan karena adanya bahan cacat
11	D_I ( <i>Defect_Inventory</i> )	Memproduksi bahan setengah jadi yang cacat menimbulkan perlunya <i>rework</i> yang berarti bahwa meningkatkan adanya <i>inventory</i> karena <i>work in process</i>
12	D_M ( <i>Defect_Motion</i> )	Produksi cacat meningkatkan waktu untuk mencari, menyeleksi dan menginspeksi produk setengah jadi
13	D_T ( <i>Defect_Transportation</i> )	Perpindahan produk setengah jadi yang cacat ke stasiun kerja sebelumnya membuat terjadinya pemborosan transportasi
14	D_W ( <i>Defect_Waiting</i> )	Dengan adanya <i>rework</i> akan membuat proses selanjutnya menunggu
15	M_I ( <i>Motion_Inventory</i> )	Metode kerja yang tidak sesuai dengan standar dapat meningkatkan adanya <i>work in process</i>
16	M_D ( <i>Motion_Defect</i> )	Ketiadaan pelatihan dan standarisasi berarti bahwa persen cacat dapat meningkat
17	M_P ( <i>Motion_Process</i> )	Ketika pekerjaan tidak terstandarisasi, pemborosan proses dapat meningkat karena kekurangpahaman kapasitas yang tersedia
18	M_W ( <i>Motion_Waiting</i> )	Ketika standar tidak digunakan, waktu akan banyak dihabiskan untuk mencari, menggenggam, berpindah yang dapat mengakibatkan peningkatan waktu menunggu dari stasiun yang satu ke stasiun selanjutnya

No	Jenis Hubungan	Keterangan
19	T_O ( <i>Transportation_Overproduction</i> )	Barang yang diproduksi lebih dari kapasitas akan meningkatkan pemindahan
20	T_I ( <i>Transportation_Inventory</i> )	Ketidakcukupan <i>material handling equipment</i> (MHE) dapat menyebabkan <i>work in process</i> yang dapat berpengaruh pada proses selanjutnya
21	T_D ( <i>Transportation_Defect</i> )	MHE sangat berperan untuk menentukan pemborosan dalam hal transportasi. MHE yang tidak cocok suatu saat dapat membahayakan produk yang dapat berakibat pada terjadinya kecacatan
22	T_M ( <i>Transportation_Motion</i> )	Ketika <i>item</i> ditransportasikan kemana saja ini berarti bahwa besar kemungkinan terjadinya pemborosan pergerakan
23	T_W ( <i>Transportation_Waiting</i> )	Apabila MHE tidak mencukupi, ini berarti bahwa <i>item</i> akan menganggur untuk menunggu dipindahkan
24	P_O ( <i>Process_Overproduction</i> )	Untuk mengurangi biaya dari operasi per waktu mesin, maka mesin didorong untuk beroperasi penuh, dimana hasilnya akan terjadi produksi berlebih
25	P_I ( <i>Process_Inventory</i> )	Kombinasi operasi dalam satu sel akan mendapatkan hasil secara langsung untuk menurunkan jumlah <i>work in process</i> karena mengeliminasi <i>buffer</i>
26	P_D ( <i>Process_Defect</i> )	Jika mesin tidak dirawat sewajarnya, maka dapat menimbulkan cacat
27	P_M ( <i>Process_Motion</i> )	Teknologi proses baru yang kekurangan training dapat menghasilkan pemborosan dalam hal pergerakan manusia
28	P_W ( <i>Process_Waiting</i> )	Ketika teknologi yang digunakan tidak cocok, <i>setup time</i> dan <i>repetitive down time</i> sudah pasti akan menambah waktu tunggu
29	W_O ( <i>Waiting_Overproduction</i> )	Ketika mesin menunggu karena <i>supplier</i> memasok konsumen lain, mesin ini suatu saat akan dipaksa untuk memproduksi lebih untuk menjaga agar proses dapat tetap berjalan
30	W_I ( <i>Waiting_Inventory</i> )	Menunggu berarti banyak item daripada yang dibutuhkan pada satu titik, baik bahan baku, <i>work in process</i> ataupun produk jadi
31	W_D ( <i>Waiting_Defect</i> )	<i>Item</i> yang menunggu mungkin menyebabkan cacat pada kondisi yang tidak cocok

Selanjutnya merupakan kriteria pengukuran yang berisi enam pertanyaan dengan tiap jawaban memiliki bobot rentang 0-4, dimana hubungan antar pemborosan disimbolkan menggunakan huruf pertama pada tiap pemborosan (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.4 Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah i menghasilkan j	a. Selalu	4
		b. Kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimana jenis hubungan antara i dan j	a. Jika i naik maka j naik	2
		b. Jika i naik maka j tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak terhadap j karena i	a. Tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk muncul	2
		c. Tidak sering muncul	0
4	Menghilangkan dampak i terhadap j dapat dicapai dengan cara....	a. Metode <i>engineering</i>	2
		b. Sederhana & langsung	1
		c. Solusi untuk intruksional	0
5	Dampak i terhadap j terutama mempengaruhi....	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. Lead time	1
		d. Kualitas & Produktivitas	2
		e. Kualitas & <i>lead time</i>	2
		f. Produktifitas & <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas & <i>lead time</i>	4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

## 2) WRM (*Waste Relationship Matrix*)

WRM (*Waste Relationship Matrix*) merupakan matriks yang digunakan dalam menganalisis kriteria pengukuran. WRM terdiri dari baris dan kolom, dimana setiap baris menunjukkan pengaruh suatu *waste* tertentu terhadap *waste* yang lainnya. Sedangkan tiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* yang lainnya (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.5 Contoh *Waste Relationship Matrix*

<b>FROM/TO</b>	<b><i>Overproduction</i></b>	<b><i>Inventory</i></b>	<b><i>Defect</i></b>	<b><i>Motion</i></b>	<b><i>Transportation</i></b>	<b><i>Process</i></b>	<b><i>Waiting</i></b>
<i>Overproduction</i>	A	E	A	O	O	X	E
<i>Inventory</i>	A	A	I	I	I	X	X
<i>Defect</i>	I	I	A	A	O	X	E
<i>Motion</i>	X	I	O	A	X	E	I
<i>Transportation</i>	U	O	U	O	A	X	U
<i>Process</i>	E	A	I	E	X	A	O
<i>Waiting</i>	U	U	I	X	X	X	A

Tabel 2.6 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar *Waste*

<b><i>Range</i></b>	<b><i>Jenis Hubungan</i></b>	<b><i>Simbol</i></b>
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

### 3) WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*)

*Waste Assessment Questionnaire* dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005), kuesioner untuk WAQ terdiri dari 68 pertanyaan. Kuesioner ini mewakili dua jenis pertanyaan yang didahului dengan “*from*” yaitu menjelaskan jenis pemborosan yang dapat menyebabkan munculnya pemborosan yang lain dan “*to*” yaitu menjelaskan jenis pemborosan yang muncul disebabkan oleh pemborosan lain. Jawaban kuesioner terdiri dari dua kategori jawaban, yaitu A bila terdapat pemborosan dan B bila tidak terdapat pemborosan. Kedua kategori jawaban tersebut memiliki tiga jenis pilihan

jawaban yaitu “Ya”, “sedang”, dan “tidak” yang memiliki bobot 1, 0.5, dan 0. WAQ memiliki delapan tahapan perhitungan skor *waste* untuk mencapai peringkat *waste*, yaitu antara lain (Rawabdeh, 2005):

- 1) Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
- 2) Melakukan pembobotan awal untuk tiap jenis *waste* pada tiap jenis pertanyaan kuesioner berdasarkan nilai bobot dari WRM.
- 3) Menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan ( $N_i$ ) untuk setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan berikut (Rawabdeh, 2005):

$$S_j = \sum_{k=1}^K \frac{W_{j.k}}{N_i} \dots \dots \dots (2.1)$$

- 4) Menghitung jumlah skor ( $S_j$ ) berdasarkan persamaan 3 dan frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$F_j = N - F_0 \dots \dots \dots (2.2)$$

- 5) Memasukkan nilai rata-rata dari jawaban (terlampir) dari hasil kuesioner ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_j = \sum_{k=1}^K X_k \frac{W_{j.k}}{N_i} \dots \dots \dots (2.3)$$

- 6) Menghitung jumlah skor ( $s_j$ ) berdasarkan persamaan 5 dan frekuensi ( $f_j$ ) untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste*.

$$f_j = N - f_0 \dots \dots \dots (2.4)$$

- 7) Menghitung indicator awal untuk tiap *waste* ( $Y_j$ ) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \dots \dots \dots (2.5)$$

- 8) Menghitung nilai final *waste* faktor ( $Y_{jfinal}$ ) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antara jenis *waste* ( $P_j$ ) berdasarkan total “*from*” dan “*to*” pada WRM. Mempresentasikan bentuk  $Y_j$  final yang diperoleh sehingga bias diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*.  $Y$  final dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j = \left( \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \right) \times (\%From_j \times \%To_j) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

$N$  = Jumlah pertanyaan (68)

- $N_i$  = Jumlah pertanyaan yang dikelompokkan  
 $K$  = Nomor pertanyaan (antara 1-68)  
 $X_k$  = Nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5 atau 0)  
 $S_j$  = Skor *waste*  
 $S_j$  = Total untuk nilai bobot *waste*  
 $W_j$  = Bobot hubungan dari tiap jenis *waste*  
 $F_j$  = Frekuensi *waste* bukan 0 (Untuk  $S_j$ )  
 $f_j$  = Frekuensi *waste* bukan 0 (Untuk  $s_j$ )  
 $F_0$  = Frekuensi 0 (Untuk  $S_j$ )  
 $f_0$  = Frekuensi 0 (Untuk  $s_j$ )  
 $Y_j$  = Faktor indikasi awal dari tiap jenis *waste*  
 $P_j$  = Probabilitas pengaruh antar jenis *waste*  
 $Y_{jfinal}$  = Faktor akhir dari setiap jenis *waste*  
 $\%From_j$  = Persentase nilai *from waste* terkait  
 $\%To_j$  = Persentase nilai *to waste* terkait

### 2.7.2 SIPOC Diagram

Diagram ini digunakan pada tahap define dalam *Six Sigma*. *SIPOC Diagram* merupakan suatu diagram yang menggambarkan sebuah proses yang didalamnya terdapat *supplier*, *input*, *process*, *output* dan *customer* yang memiliki arti (Salaludin, 2016):

1. *Supplier* merupakan sistem, orang-orang, organisasi atau sumber lain untuk material, informasi dan sumber daya lainnya yang ditransformasikan dalam suatu proses tertentu.
2. *Input* merupakan material, informasi dan sumber daya lain yang disediakan oleh *supplier* dan ditransformasikan dalam suatu proses tertentu.
3. *Process* merupakan suatu kumpulan langkah dan aktivitas yang mentransformasikan input menjadi output.
4. *Output* merupakan suatu produk atau jasa yang dihasilkan dari suatu proses dan digunakan oleh konsumen.
5. *Customer* merupakan orang-orang, perusahaan, sistem atau proses-proses lain yang menerima output dari proses tertentu.

### 2.7.3 Pendefinisian *Waste Defect*

Dalam penerapan *Six Sigma*, *Critical to Quality* (CTQ) merupakan kriteria karakteristik kualitas yang memiliki potensi untuk menimbulkan kegagalan atau kecacatan (Gaspersz, 2002). *Critical to Quality* adalah atribut-atribut yang sangat penting dikarenakan berkaitan langsung dengan keluasan pelanggan, yang merupakan elemen dari produk, proses atau praktek yang berdampak terhadap kualitas.

## 2.8 *Measure* (Mengukur)

*Measure* merupakan tahap operasional kedua dalam *Six Sigma*.

### 2.8.1 Pengukuran *Waste Defect*

#### 1. *U Chart*

Peta kendali ini digunakan untuk mengadakan pengujian terhadap kualitas proses produksi dengan mengetahui banyaknya kesalahan pada satu unit produk sebagai sampelnya. Karena sampel yang diambil bervariasi maka peta kendali yang digunakan adalah peta kendali U. Untuk menggunakan peta kendali U ini terlebih dahulu diketahui banyaknya kesalahan untuk satu unit produk. Berikut ini adalah langkah-langkah peta kendali untuk data atribut *U Chart* (Safira, 2017):

- a. Menghitung “unit” masing-masing jumlah cacat

$$u = \frac{c}{n} \dots \dots \dots (2.7)$$

- b. Menentukan garis tengah (central line/CL)

$$CL = \bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} \dots \dots \dots (2.8)$$

- c. Menentukan batas kendali, Upper Control Limit (UCL) dan Lower Control Limit (LCL)

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{ni}} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{ni}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

$\bar{u}$  = garis pusat peta kendali proporsi kesalahan

$ni$  = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

$u$  = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

$n$  = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

$UCL$  = Merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan

$CL$  = Merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel

$LCL$  = Merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan

## 2. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

DPMO merupakan metode pengukuran jumlah cacat yang dihasilkan oleh suatu proses untuk setiap juta peluang. Berikut adalah rumus perhitungan DPMO (Evans & William, 2017):

$$DPMO = \frac{D}{U \times O} \times 1000000 \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan:

$D$  = Jumlah produk cacat

$U$  = Jumlah produk yang diperiksa

$O$  = Jumlah kemungkinan cacat

## 3. Nilai Sigma

Nilai sigma didapatkan setelah memperoleh nilai DPMO terlebih dahulu. Untuk mengkonversikan nilai DPMO ke nilai sigma dapat dilihat pada tabel konversi nilai sigma atau menggunakan rumus fungsi logika di *Microsoft Excel* (Gaspersz, 2002). Rumus fungsi logika yang digunakan adalah:

$$Nilai\ Sigma = normsinv \left( \frac{(1000000 - DPMO)}{1000000} \right) + 1,5 \dots \dots \dots (2.12)$$

## 2.9 *Analyze (Menganalisis)*

*Analyze* merupakan tahap operasional ketiga dalam *Six Sigma*



### 2.9.1 *Fishbone Diagram*

*Fishbone diagram* (diagram tulang ikan karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause-and-Effect Diagram* atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone diagram* digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah *team* cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005).

*Cause and effect diagram* juga sering disebut *fishbone diagram*, dikarenakan bentuk diagram ini menyerupai bentuk tulang ikan. Dimana bagian kepala sebagai masalah (*effect*) dan bagian tubuh ikan berupa rangka serta duri-duri sebagai penyebab (*cause*) dari suatu permasalahan yang ada. Faktor dalam *cause and effect diagram* berdasarkan 5M+1E, yaitu *machine, measurement, method, material, men*, dan *environment* (Ariani, 2003). Kepala dari *fishbone diagram* digunakan untuk mengetahui akar penyebab dari permasalahan *waste* tertinggi dari perhitungan *waste* sebelumnya.

### 2.9.2 *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada awalnya dibuat oleh *Aerospace Industry* pada tahun 1960-an. FMEA mulai digunakan oleh Ford pada tahun 1980-an, AIAG (*Automotive Industry Action Grup*) dan ASQC (*American Society for Quality Control*) menetapkannya sebagai standar pada tahun 1993. Saat ini FMEA merupakan salah satu tools dalam ISO/TS 16949:2002 (*Technical Specification for Automotive Industry*). FMEA secara harfiah adalah:

1. *Failure*: Prediksi kemungkinan kesalahan atau cacat
2. *Mode*: Penentuan mode kesalahan
3. *Effect*: Identifikasi pengaruh tiap komponen terhadap kesalahan.
4. *Analysis*: Tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi terhadap penyebab.

Dari pengertian mengenai *Failure modes and effect analysis* (FMEA) tersebut, Menurut (Chrysler, 1995) terdapat tujuan yang bisa dicapai perusahaan melalui penerapan FMEA diantaranya:

- a. Mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkah keparahan efek dari model kegagalan tersebut

- b. Mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
- c. Mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses
- d. Membantu fokus *engineer* dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara :

- a. Mengenali dan mengevaluasi potensi kesalahan suatu produk dan efeknya.
- b. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari potensi kesalahan terjadi.
- c. Pencatatan proses (*document the process*).

Menurut Chrysler (1995), Kegunaan FMEA adalah sebagai berikut:

- a. Ketika diperlukan tindakan pencegahan sebelum masalah terjadi
- b. Ketika ingin mengetahui/mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan
- c. Pemakaian proses baru
- d. Perubahan/pergantian komponen peralatan
- e. Pindahkan komponen atau proses ke arah baru

Menurut Chrysler (1995), Sedangkan manfaat FMEA adalah sebagai berikut :

- a. Hemat biaya, karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada *potensial causes* (penyebab yang potensial) sebuah kesalahan/kesalahan.
- b. Hemat waktu, karena lebih tepat pada sasaran.

FMEA akan memastikan produk akan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan kebutuhan pelanggan (Kamble & Quazi, 2014). Pada FMEA konvensional, penilaian resiko suatu kegagalan atau kerusakan diperoleh dengan mengalikan skor *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), yang hasilnya berupa nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dimana skor nilai S, O, dan D masing-masing menggunakan skala penilaian 1-10 pada FMEA konvensional Metode FMEA banyak diterapkan dalam desain produk dan perencanaan proses manufaktur (Kutlu & Ekmekcioglu, 2012). Pengukuran terhadap besarnya nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* adalah sebagai berikut:

### 1. Nilai *severity*

Keparahan (*severity*) adalah dampak yang timbul apabila suatu kegagalan terjadi *Severity* adalah nilai yang berkaitan dengan efek atau akibat pada mode kesalahan. *Severity* merupakan angka 1 sampai 10 dimana 1 merupakan tingkat paling rendah dan 10 tingkat paling tinggi.

Tabel 2.7 Penentuan Nilai *Severity*

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Pelanggan mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan tersebut.
2	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, pelanggan tidak akan merasakan penurunan kualitas.
3	
4	Sedang <i>Medium severity</i> (pengaruh buruk yang sedang). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
5	
6	
7	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar batas toleransi.
8	
9	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar batas toleransi.
10	

(Sumber: Gaspersz 2002)

### 2. Nilai *Occurrence*

Apabila sudah ditentukan rating pada proses *severity*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating pada proses *occurrence*. Kejadian (*occurrence*) adalah kemungkinan atau probabilitas atau tingkat frekuensi terjadinya kegagalan. *Occurrence* adalah seberapa sering kemungkinan penyebab potensi kesalahan akan terjadi. Peringkat *occurrence* dari potensi mode kesalahan dimulai dari skala 1 - 10.

Tabel 2.8 Penentuan Nilai *Occurrence*

Degree	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	Rating
Remote	0,01 per 1000 item	1
Low	0,1 per 1000 item	2
	0,5 per 1000 item	3
Sedange	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5

	5 per 1000 item	6
High	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
Very High	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

(Sumber: Gaspersz 2002)

### 3. Nilai *Detection*

Deteksi (*detection*) adalah kemungkinan untuk mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu kegagalan

Tabel 2. 9 Penentuan Nilai *Detection*

Rating	Kriteria	Berdasarkan Frekuensi Kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab kemungkinan	0,01 per 1000 item
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item
3		0,5 per 1000 item
4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.	1 per 1000 item
5		2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	Kemungkinan penyebab terjadinya masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif.	10 per 1000 item
8	Masih berulang kembali.	20 per 1000 item
9	Kemungkinan penyebab terjadinya masih sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif. Penyebab masih berulang	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

(Sumber: Gaspersz 2002)

Setelah mendapatkan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* maka akan diperoleh nilai RPN dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Risk Priority Number (RPN)} = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)}$$

Pada persamaan diatas merupakan perkalian dari efek/keparahan (S), frekuensi penyebab kesalahan (O) dan kontrol deteksi (D) yang kemudian dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai terendah.

#### 2.9.1. Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP adalah suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah *multi factor* atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki (Syarifullah, 2010). Masalah yang kompleks dapat diartikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multi kriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia (Syarifullah, 2010). Menurut (Saaty, 1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya kebawah hingga level terakhir yaitu alternatif. AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut (Syarifullah, 2010):

1. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan

Metode AHP dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Endah Kusriani, 2008):

1. Menyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi.

Persoalan yang akan diselesaikan, diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki.

2. Penilaian kriteria dan alternatif

Kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. Menurut Saaty (1993), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 2.10 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

<b>Intensitas Kepentingan</b>	<b>Keterangan</b>
1	Kedua elemen sama pentingnya

3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen yang lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Perbandingan dilakukan berdasarkan kebijakan pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan satu elemen terhadap elemen lainnya. Proses perbandingan berpasangan dimulai dari level hirarki paling atas yang ditujukan untuk memilih kriteria, misalnya A, kemudian diambil elemen yang akan dibandingkan, misal A1, A2, dan A3 (Endah Kusriani, 2008). Maka susunan elemen-elemen yang dibandingkan tersebut akan tampak seperti pada gambar matriks di bawah ini :

Tabel 2.11 Contoh matriks perbandingan berpasangan

	A1	A2	A3
A1	1		
A2		1	
A3			1

Untuk menentukan nilai kepentingan relatif antar elemen digunakan skala bilangan dari 1 sampai 9 seperti pada Tabel 2.9. Penilaian ini dilakukan oleh seorang pembuat keputusan yang ahli dalam bidang persoalan yang sedang dianalisis dan mempunyai kepentingan terhadapnya (Endah Kusriani, 2008). Apabila suatu elemen dibandingkan dengan dirinya sendiri maka diberi nilai 1. Jika elemen i dibandingkan dengan elemen j mendapatkan nilai tertentu, maka elemen j dibandingkan dengan elemen i merupakan kebalikannya.

Dalam AHP ini, penilaian alternatif dapat dilakukan dengan metode langsung (*direct*), yaitu metode yang digunakan untuk memasukkan data kuantitatif (Endah Kusriani, 2008). Biasanya nilai-nilai ini berasal dari sebuah analisis sebelumnya atau dari pengalaman dan pengertian yang detail dari masalah keputusan tersebut. Jika si pengambil keputusan memiliki pengalaman atau pemahaman yang besar mengenai masalah keputusan yang dihadapi, maka dia dapat langsung memasukkan pembobotan dari setiap alternatif (Endah Kusriani, 2008).

### 3. Penentuan prioritas

Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan *relative* kemudian diolah untuk menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif. Baik kriteria kualitatif, maupun kriteria kuantitatif, dapat dibandingkan sesuai dengan penilaian yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot atau prioritas dihitung dengan manipulasi matriks atau melalui penyelesaian persamaan matematik (Endah Kusriani, 2008).

Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas melalui tahapan-tahapan berikut: (Endah Kusriani, 2008)

- a. Kuadratkan matriks hasil perbandingan berpasangan.
- b. Hitung jumlah nilai dari setiap baris, kemudian lakukan normalisasi matriks.

### 4. Konsistensi Logis

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi & Ramdhani, 1998):

Hubungan cardinal:  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal:  $A_i > A_j, A_j > A_k$  maka  $A_i > A_k$

Pada keadaan sebenarnya akan terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut, sehingga matriks tersebut tidak konsisten sempurna. Hal ini terjadi karena ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang.

Perhitungan konsistensi logis dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengalikan matriks dengan prioritas berkesesuaian.
- b. Menjumlahkan hasil perkalian per baris.
- c. Hasil penjumlahan tiap baris dibagi prioritas bersangkutan dan hasilnya dijumlahkan.
- d. Hasil c dibagi jumlah elemen, akan didapat  $\lambda_{maks}$ .
- e. Selanjutnya menghitung nilai Indeks Konsistensi (CI) dengan persamaan:

$$CI = \frac{\lambda_{maksimum} - n}{n-1} \dots \dots \dots (2.13)$$

f. Kemudian menghitung nilai Rasio Konsistensi (CR) dengan persamaan:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots \dots \dots (2.14)$$

di mana RI adalah indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi  $\leq 0.1$ , hasil perhitungan data dapat dibenarkan. Daftar RI dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.12 Nilai Indeks Random

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RC	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

### 2.9.3 FMEA AHP

Metode FMEA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko dari proses produksi (Puspitasari & Martanto, 2014). Sedangkan metode AHP digunakan untuk membantu penentuan alternatif strategi dalam meminimalkan resiko dari proses produksi (Prasetyo et al, 2017). Salah satu kelemahan dari FMEA adalah kemungkinan mendapatkan hasil nilai RPN yang sama dengan maksud dan tujuan yang berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode AHP.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif yang menggunakan analisis kuantitatif untuk beberapa data yang berupa hasil observasi atau data dari perusahaan. Pengambilan data dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 3 responden *expert judgement* yang telah dipastikan mengetahui informasi yang dibutuhkan oleh peneliti yaitu untuk mengisi kuesioner mengenai *waste assessment model*. 3 responden tersebut terdiri dari 2 orang Foreman di departemen *Wood Working* sebagai responden 1 dan 2 serta 1 orang kepala kelompok di bagian *Cabinet Case* sebagai responden 3. Kondisi proses produksi yang sudah ada akan dianalisis dan dicari rekomendasi perbaikan yang cocok untuk mengurangi jenis *waste* tertinggi, sehingga meningkatkan kelancaran pada proses produksi.

#### 3.2 Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pabrik PT. Yamaha Indonesia pada bagian *Cabinet Case* yang berada di departemen *Wood Working*. PT. Yamaha Indonesia beralamat di. Objek penelitian ini adalah kabinet-kabinet panel (ukuran *medium to big*) yang berada di bagian *Cabinet Case*.

#### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data penyusunan laporan ini adalah:

##### 1. Data Primer

Data primer merupakan data penelitian lapangan yang diperoleh dari aktivitas (pengamatan dan pencatatan) langsung yang dilakukan di bagian *Cabinet Case* departemen *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia. Data primer yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengamatan pada proses produksi, hasil kuesioner *waste assessment model*, data hasil wawancara mengenai penyebab-

penyebab yang dapat menimbulkan *waste* (pemborosan) pada proses produksi serta pembobotan RPN FMEA AHP.

a. Observasi (Pengamatan)

Dalam penelitian ini dilakukan observasi pada proses produksi khususnya bagian *Cabinet Case*, dimana data diperoleh dengan menggunakan alat berupa kuesioner.

b. Wawancara

Metode wawancara dilakukan dengan bertanya langsung kepada beberapa foreman departemen *Wood Working*, kepala kelompok dan operator yang bekerja di bagian *Cabinet Case* yang bersangkutan langsung dengan objek bahasan yang diambil.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung baik dari buku, literature penelitian, analisis sistem dan lain sebagainya, jurnal dan data lain yang dapat mendukung penelitian. Adapun data yang akan dikumpulkan diantaranya:

a. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan menggunakan dokumen atau data dari perusahaan dan literature berdasarkan jurnal atau buku.

b. Data profil perusahaan

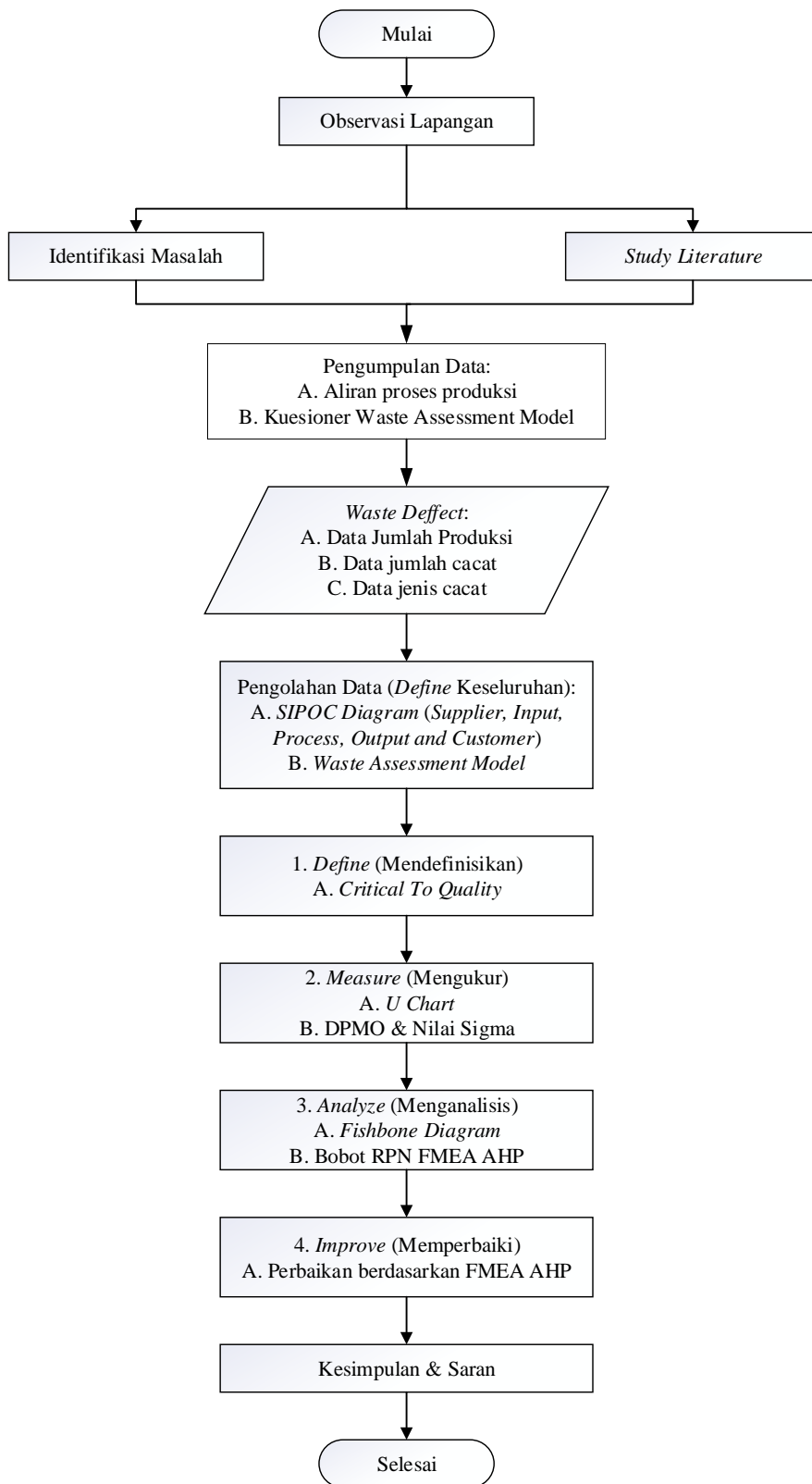
c. Jenis produk yang diproduksi atau hasil produksi PT. Yamaha Indonesia

d. Struktur organisasi perusahaan

e. Data mengenai supplier dan customer dari bagian *Cabinet Case*

f. Data jumlah produksi, jumlah cacat dan jenis cacat

### 3.4 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

1. Mulai

Peneliti melakukan penelitian di Departemen *Wood Working* PT Yamaha Indonesia.

2. Observasi lapangan

Peneliti melakukan observasi di lapangan yaitu dengan melihat kondisi di PT Yamaha Indonesia secara keseluruhan dan khususnya di divisi *Cabinet Case* departemen *Wood Working*

3. *Study Literature*

Merupakan pengumpulan informasi berupa definisi, teori dan metode-metode yang berupa tinjauan pustaka yang membantu dalam menyelesaikan permasalahan pada penelitian yang akan dilakukan.

4. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian masalah-masalah apa saja yang terjadi dengan dukungan dari observasi dan *study literature* yang telah dilakukan sebelumnya, terkhusus pada divisi *Cabinet Case*. Pada tahap ini pula peneliti mengidentifikasi pihak mana yang menjadi responden atau *expert judgement* sebagai pemberi sumber data yang diperlukan.

5. Pengumpulan data

Pada tahap ini pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data-data umum perusahaan sebagai berikut:

A. *SIPOC Diagram* meliputi *supplier, input, process, output* dan *customer*.

B. Kuesioner *Waste Assessment Model (WAM)*

C. Serta mengumpulkan data-data untuk *waste Defect*

Data jumlah produksi, data jumlah cacat, data jenis cacat dan hasil wawancara mengenai *Critical To Quality (CTQ)*

6. Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Berikut langkah-langkah dalam pengolahan data yang dilakukan:

1. *SIPOC Diagram*

Pembuatan *SIPOC Diagram* untuk mengidentifikasi semua elemen dalam proses produksi yang terdiri dari *supplier, input, process, output* dan *customer*. Diagram *SIPOC* memberikan gambaran yang mengenai pengaruh dari proses terhadap pelayanan ke *customers*.

2. *Waste Assessment Model (WAM)*

Pengidentifikasian *waste* dengan menggunakan *waste assessment model* yang memperlihatkan bagaimana hubungan antar *waste* dan bagaimana peringkat *waste* dari tertinggi hingga kerendah sehingga *waste* tersebut perlu diminimasi. Analisis WAM dengan cara membagikan kepada tiga responden yang mengetahui keseluruhan proses produksi dari awal hingga akhir. *Seven waste* yang akan diidentifikasi adalah *waste Defect, overproduction, waiting, transportation, inventory, motion* dan *process*. Output *waste assessment model* adalah peringkat *waste* dari mulai *waste* dengan persentase tertinggi hingga persentase terkecil.

Pengolahan data atau penyelesaian *waste* dominan yang teridentifikasi akan diselesaikan dengan menggunakan konsep DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*), namun dengan tanpa menggunakan tahap *control*.

1) *Define* (Mendefinisikan)

*Define* merupakan langkah operasional yang pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap *Define* dilakukan untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Pada tahap ini dilakukan identifikasi data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu data hasil perhitungan *waste assessment model* dan *SIPOC Diagram* dari proses produksi kabinet panel pada divisi *Cabinet Case*. Pada tahap *define* untuk jenis *waste Defect*, yaitu *waste* dominan yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan *waste assessment model*. Data yang diidentifikasi adalah karakteristik *Critical to quality (CTQ) waste Defect* yang didapatkan dari hasil wawancara dengan *expert judgement*.

2) *Measure* (Mengukur)

*Measure* merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan pengukuran pada masing-masing *waste Defect*. Pada *waste Defect* akan dilakukan pengukuran peta kendali control, nilai DPMO dan nilai Sigma. Peta kendali u merupakan salah satu peta kendali atribut yang digunakan untuk mengendalikan bagian produk cacat dari hasil produksi. Pengendali proporsi kesalahan (*u chart*) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan atau tidak. Pengukuran nilai DPMO dilakukan untuk

menunjukkan jumlah produk cacat dalam satu juta kemungkinan sedangkan untuk nilai sigma dapat diketahui dari hasil DPMO yang telah dihitung sebelumnya.

### 3) *Analyze* (Menganalisis)

*Analyze* merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahapan *analyze* ini akan diketahui akar penyebab terjadinya *waste* tersebut dengan dilakukan analisis kemampuan proses dengan diagram sebab akibat (*cause effect* diagram). Diagram ini membentuk cara-cara membuat produk-produk yang lebih baik dan mencapai akibatnya (hasilnya). Selain itu hasil yang didapatkan dari diagram sebab akibat akan dianalisis menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) untuk mengetahui prioritas penyebab masalah yang paling membutuhkan perbaikan. Nilai RPN yang sudah didapat pada analisis FMEA akan diurutkan dari RPN terbesar hingga RPN terkecil, kemudian tiap elemen kegiatan akan diberikan bentuk perbaikan yang sesuai. Nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode AHP.

### 4) *Improve* (Memperbaiki)

*Improve* merupakan langkah operasional yang keempat dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini diberikan usulan perbaikan berdasarkan dari hasil prioritas perbaikan dari perhitungan RPN FMEA AHP.

## 7. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini dijelaskan secara singkat mengenai jawaban dari rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu juga diberikan saran untuk perusahaan mengenai kelanjutannya kedepan dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang dapat berguna bagi perusahaan.

## 8. Selesai

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data yang dilakukan di PT. Yamaha Indonesia diantaranya data aliran proses produksi dan data hasil dari penyebaran kuesioner WAM (*waste assessment model*) kepada expert judgement. Kemudian data jumlah produksi dan jumlah cacat untuk *waste Defect* pada bulan Oktober 2017 hingga Mei 2018.

##### 4.1.1 Identifikasi Waste

Jenis *waste* tertinggi diperoleh menggunakan metode *waste assessment model* dengan melakukan pembagian kuesioner hubungan antara 7 pemborosan atau *seven waste relationship* (SWR) dan kuesioner pertanyaan dan tipe penilaian terhadap 3 responden yang sangat memahami proses produksi di divisi *Cabinet Case* departemen *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia. 3 responden tersebut terdiri dari 2 foreman departemen *Wood Working* dan sebagai responden 1 dan 2 sedangkan 1 kepala kelompok dari divisi *Cabinet Case* sebagai responden 3.

##### 1. *Seven Waste Relationship* (SWR)

Tabel rekapitulasi dari *seven waste relationship* berguna untuk memaparkan nilai atau jumlah dari keterkaitan pada *waste* yang bersangkutan dan untuk mengukur kekuatan hubungan tiap *waste* dalam mempengaruhi ataupun dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Berikut merupakan hasil rekapitulasi dari kuesioner *seven waste relationship* yang telah diberikan kepada responden 1 berdasarkan hasil kuesioner SWR:

Tabel 4. 1 Rekapitulasi *Seven Waste Relationship* Responden 1

<i>Waste Relationship</i>	<i>Skor Jawaban</i>						<i>Jumlah</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	
O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	4	2	4	2	4	4	20
O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	4	2	4	2	4	4	20
O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	4	2	4	2	2	4	18
O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	4	2	4	2	4	4	20
O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	4	2	4	2	4	4	20
I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	0	2	4	2	4	4	16
I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	0	2	0	2	4	4	12
I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	0	2	2	2	4	4	14
I_T ( <i>Inventory_Transportation</i> )	0	2	4	2	4	4	16
D_O ( <i>Defect_Overproduction</i> )	4	2	4	2	4	4	20
D_I ( <i>Defect_Inventory</i> )	4	2	4	2	4	4	20
D_M ( <i>Defect_Motion</i> )	4	2	4	2	4	4	20
D_T ( <i>Defect_Transportation</i> )	4	2	4	2	4	4	20
D_W ( <i>Defect_Waiting</i> )	4	2	4	2	4	4	20
M_I ( <i>Motion_Inventory</i> )	0	1	4	2	4	4	15
M_D ( <i>Motion_Defect</i> )	2	2	4	2	4	4	18
M_P ( <i>Motion_Process</i> )	0	2	4	2	4	4	16
M_W ( <i>Motion_Waiting</i> )	4	2	4	2	4	4	20
T_O ( <i>Transportation_Overproduction</i> )	0	2	4	2	4	4	16
T_I ( <i>Transportation_Inventory</i> )	0	2	4	2	4	4	16
T_D ( <i>Transportation_Defect</i> )	0	2	4	2	4	4	16
T_M ( <i>Transportation_Motion</i> )	2	2	4	2	4	4	18



<i>Waste Relationship</i>	<i>Skor Jawaban</i>						<i>Jumlah</i>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
T_W ( <i>Transportation_Waiting</i> )	4	2	4	2	4	4	20
P_O ( <i>Process_Overproduction</i> )	0	2	4	2	4	4	16
P_I ( <i>Process_Inventory</i> )	2	2	4	2	4	4	18
P_D ( <i>Process_Defect</i> )	2	0	4	2	4	4	16
P_M ( <i>Process_Motion</i> )	2	0	4	2	4	4	16
P_W ( <i>Process_Waiting</i> )	4	0	4	2	1	4	15
W_O ( <i>Waiting_Overproduction</i> )	0	0	4	2	4	4	14
W_I ( <i>Waiting_Inventory</i> )	0	1	4	2	4	4	15
W_D ( <i>Waiting_Defect</i> )	0	1	4	2	4	4	15

Berdasarkan rekapitulasi dari *seven waste relationship* responden 1 pada tabel 4.1 di atas, dapat dilihat pada jumlah dari *waste relationship* O\_I atau *Overproduction\_Inventory* adalah sebesar 20. Skor jawaban pertanyaan 1 yaitu “Apakah *overproduction* menghasilkan *inventory*” adalah 4 yaitu “selalu”. Skor jawaban pertanyaan 2 yaitu “Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *inventory*” adalah 2 yaitu “jika *overproduction* naik maka *inventory* naik”. Skor jawaban pertanyaan 3 yaitu “Dampak terhadap *inventory* karena *overproduction*” adalah 4 yaitu “tampak secara langsung dan jelas”. Skor jawaban pertanyaan 4 yaitu “Menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *inventory* dapat dicapai dengan cara...” adalah 2 yaitu “Metode *engineering*”. Skor jawaban pertanyaan 5 yaitu “Dampak *overproduction* terhadap *inventory* terutama mempengaruhi...” adalah 4 yaitu “kualitas, produktivitas dan *lead time*” dan skor jawaban pertanyaan 6 yaitu “Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*” adalah 4 yaitu “sangat tinggi”. Skor 20 pada jumlah dari *waste relationship* O\_I tersebut berarti *absolutely necessary* “benar benar diperlukan” yang didapatkan pada Tabel 2.6 Konversi Rentang Skor Keterkaitan antar Waste Begitu juga seterusnya hingga *waste relationship* W\_D atau *Waiting\_Defect* sesuai dengan keterangan berdasarkan jawaban responden.

Berikut adalah hasil rekapitulasi dari kuesioner *seven waste relationship* yang telah diberikan kepada responden 2 berdasarkan hasil kuesioner SWR:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Seven Waste Relationship Responden 2

<i>Waste Relationship</i>	<b>Skor Jawaban</b>						<b>Jumlah</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	4	2	4	1	4	2	17
O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	4	0	4	1	2	0	11
O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	4	2	4	2	2	2	16
O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	4	2	4	0	1	4	15
O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	4	0	4	1	2	4	15
I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	0	2	4	0	2	2	10
I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	0	0	0	2	2	2	6
I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	0	2	2	1	1	2	8
I_T ( <i>Inventory_Transportation</i> )	0	2	4	0	2	4	12
D_O ( <i>Defect_Overproduction</i> )	4	2	4	2	1	2	15
D_I ( <i>Defect_Inventory</i> )	4	2	4	2	1	2	15
D_M ( <i>Defect_Motion</i> )	4	2	4	1	2	0	13
D_T ( <i>Defect_Transportation</i> )	4	2	4	0	2	4	16
D_W ( <i>Defect_Waiting</i> )	4	2	4	1	2	2	15
M_I ( <i>Motion_Inventory</i> )	0	1	4	2	1	0	8
M_D ( <i>Motion_Defect</i> )	2	1	4	1	2	2	12
M_P ( <i>Motion_Process</i> )	0	1	4	2	1	2	10
M_W ( <i>Motion_Waiting</i> )	4	1	4	1	2	0	12
T_O ( <i>Transportation_Overproduction</i> )	0	0	4	1	1	2	8
T_I	0	1	4	0	2	4	11

<i>Waste Relationship</i>	<i>Skor Jawaban</i>						<i>Jumlah</i>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
<i>(Transportation_Inventory)</i>							
T_D <i>(Transportation_Defect)</i>	0	1	4	0	1	2	8
T_M <i>(Transportation_Motion)</i>	2	2	4	1	1	2	12
T_W <i>(Transportation_Waiting)</i>	4	2	4	0	1	0	11
P_O <i>(Process_Overproduction)</i>	0	2	4	2	2	2	12
P_I <i>(Process_Inventory)</i>	2	2	4	2	1	4	15
P_D <i>(Process_Defect)</i>	2	1	4	2	2	4	15
P_M <i>(Process_Motion)</i>	2	2	4	2	2	4	16
P_W <i>(Process_Waiting)</i>	4	1	4	1	1	2	13
W_O <i>(Waiting_Overproduction)</i>	0	0	4	0	2	2	8
W_I <i>(Waiting_Inventory)</i>	0	1	4	1	1	4	11
W_D <i>(Waiting_Defect)</i>	0	1	4	1	1	0	7

Berdasarkan rekapitulasi dari *seven waste relationship* responden 2 pada tabel 4.2 di atas, dapat dilihat pada jumlah dari *waste relationship* O\_I atau *Overproduction\_Inventory* adalah sebesar 17. Skor jawaban pertanyaan 1 yaitu “Apakah *overproduction* menghasilkan *inventory*” adalah 4 yaitu “selalu”. Skor jawaban pertanyaan 2 yaitu “Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *inventory*” adalah 2 yaitu “jika *overproduction* naik maka *inventory* naik”. Skor jawaban pertanyaan 3 yaitu “Dampak terhadap *inventory* karena *overproduction*” adalah 4 yaitu “tampak secara langsung dan jelas. Skor jawaban pertanyaan 4 yaitu “Menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *inventory* dapat dicapai dengan cara....” adalah 1 yaitu “sederhana dan langsung”. Skor jawaban pertanyaan 5 yaitu “Dampak *overproduction* terhadap *inventory* terutama mempengaruhi....” adalah 4 yaitu “kualitas, produktivitas dan *lead time*” dan skor jawaban pertanyaan 6 yaitu “Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*” adalah 2 yaitu “sedang”. Skor 17 pada jumlah dari *waste relationship* O\_I tersebut berarti *absolutely necessary* (benar-benar diperlukan) yang didapatkan pada Tabel 2.6 Konversi Rentang Skor Keterkaitan antar *Waste* Begitu juga

seterusnya hingga *waste relationship* W\_D atau *Waiting\_Defect* sesuai dengan keterangan berdasarkan jawaban responden.

Berikut adalah hasil rekapitulasi dari kuesioner *seven waste relationship* yang telah diberikan kepada responden 3 berdasarkan hasil kuesioner SWR:

Tabel 4.3 Rekapitulasi seven *Waste Relationship* Responden 3

<i>Waste Relationship</i>	Skor Jawaban						Jumlah
	1	2	3	4	5	6	
O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	4	2	4	1	4	4	19
O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	4	2	2	2	2	0	12
O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	4	2	4	2	2	0	14
O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	4	0	4	2	2	2	14
O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	4	2	4	2	1	4	17
I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	0	2	4	2	2	4	14
I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	0	2	4	2	2	4	14
I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	0	0	4	2	2	2	10
I_T ( <i>Inventory_Transportation</i> )	0	0	4	2	2	2	10
D_O ( <i>Defect_Overproduction</i> )	4	0	2	2	4	4	16
D_I ( <i>Defect_Inventory</i> )	4	2	2	1	2	2	13
D_M ( <i>Defect_Motion</i> )	4	2	2	2	2	0	12
D_T ( <i>Defect_Transportation</i> )	4	0	2	2	2	0	10
D_W ( <i>Defect_Waiting</i> )	4	2	4	0	2	4	16
M_I ( <i>Motion_Inventory</i> )	0	0	4	2	2	0	8
M_D ( <i>Motion_Defect</i> )	2	0	2	2	1	2	9
M_P ( <i>Motion_Process</i> )	0	2	4	2	2	4	14
M_W ( <i>Motion_Waiting</i> )	4	1	2	2	2	2	13

<i>Waste Relationship</i>	<b>Skor Jawaban</b>						<b>Jumlah</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
T_O ( <i>Transportation_Overproduction</i> )	0	1	4	1	2	4	12
T_I ( <i>Transportation_Inventory</i> )	0	0	4	1	1	2	8
T_D ( <i>Transportation_Defect</i> )	0	2	2	2	4	4	14
T_M ( <i>Transportation_Motion</i> )	4	2	0	2	2	4	14
T_W ( <i>Transportation_Waiting</i> )	2	0	4	1	2	4	13
P_O ( <i>Process_Overproduction</i> )	2	2	4	2	2	4	16
P_I ( <i>Process_Inventory</i> )	2	0	4	2	2	0	10
P_D ( <i>Process_Defect</i> )	2	2	4	2	2	4	16
P_M ( <i>Process_Motion</i> )	4	2	2	2	2	2	14
P_W ( <i>Process_Waiting</i> )	2	1	4	1	2	2	12
W_O ( <i>Waiting_Overproduction</i> )	0	1	2	1	2	0	6
W_I ( <i>Waiting_Inventory</i> )	2	2	4	1	2	2	13
W_D ( <i>Waiting_Defect</i> )	0	2	0	1	2	0	5

Berdasarkan rekapitulasi dari *seven waste relationship* responden 3 pada tabel 4.3 di atas, dapat dilihat pada jumlah dari *waste relationship* O\_I atau *Overproduction\_Inventory* adalah sebesar 19. Skor jawaban pertanyaan 1 yaitu “Apakah *overproduction* menghasilkan *inventory*” adalah 4 yaitu “selalu”. Skor jawaban pertanyaan 2 yaitu “Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *inventory*” adalah 2 yaitu “jika *overproduction* naik maka *inventory* naik”. Skor jawaban pertanyaan 3 yaitu “Dampak terhadap *inventory* karena *overproduction*” adalah 4 yaitu “tampak secara langsung dan jelas. Skor jawaban pertanyaan 4 yaitu “Menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *inventory* dapat dicapai dengan cara...” adalah 1 yaitu “sederhana dan langsung”. Skor jawaban pertanyaan 5 yaitu “Dampak *overproduction* terhadap *inventory* terutama mempengaruhi...” adalah 4 yaitu “kualitas, produktivitas dan *lead time*” dan skor jawaban pertanyaan 6 yaitu “Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *inventory*”

akan meningkatkan *lead time*” adalah 4 yaitu “sangat tinggi”. Skor 19 pada jumlah dari *waste relationship* O\_I tersebut berarti *absolutely necessary* (benar-benar diperlukan) yang didapatkan pada Tabel 2.6 Konversi Rentang Skor Keterkaitan antar *Waste* Begitu juga seterusnya hingga *waste relationship* W\_D atau *Waiting\_Defect* sesuai dengan keterangan berdasarkan jawaban responden.

Berikut adalah keterangan untuk masing-masing jawaban pertanyaan menurut skor dari jawaban pertanyaan:

Keterangan:

Skor jawaban pertanyaan 1:

4 = Selalu

2 = Kadang-kadang

1 = Jarang

Skor jawaban pertanyaan 2:

2 = Jika i naik maka j naik

1 = Jika i naik maka j tetap

0 = Tidak tentu, tergantung keadaan

Skor jawaban pertanyaan 3:

4 = Tampak secara langsung & jelas

2 = Butuh waktu untuk muncul

0 = Tidak sering muncul

Skor jawaban pertanyaan 4:

2 = Metode *engineering*

1 = Sederhana & langsung

0 = Solusi untuk intruksional

Skor jawaban pertanyaan 5:

1 = Kualitas produk

1 = Produktivitas sumber daya

1 = *Lead time*

2 = Kualitas & Produktivitas

2 = Kualitas & *lead time*

2 = Produktifitas & *lead time*

4 = Kualitas, produktivitas & *lead time*

Skor jawaban pertanyaan 6:

4 = Sangat tinggi

2 = Sedang

0 = Rendah

## 2. *Waste Assessment Quistionnaire* (WAQ)

Pengelompokkan jenis pertanyaan dibawah ini adalah ketetapan dari perhitungan *waste assessment model* yang didapatkan dari jumlah pertanyaan dari kuesioner pertanyaan dan tipe penilaian. Fungsi dari pengelompokkan jenis pertanyaan tersebut adalah untuk menjadi penyebut untuk perhitungan nilai WRM. Berikut adalah pengelompokkan jenis pertanyaan dari hasil rekapitulasi *Waste Assessment Quistionnaire* kuesioner yang telah diberikan kepada responden 1, responden 2 dan responden 3 berdasarkan hasil kuesioner pertanyaan dan tipe penilaian dari lampiran 4:

Tabel 4.4 Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan	Jumlah Pertanyaan
1	<i>From Overproduction</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Defect</i>	8
4	<i>From Motion</i>	11
5	<i>From Transportation</i>	4
6	<i>From Process</i>	7
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defect</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	5
	Jumlah	68

Perhitungan dari rekapitulasi *Waste assessment Questionnaire* pada tabel 4.4 di atas adalah digunakan untuk menjadi pembilang dari hasil perhitungan sebelumnya. Berikut adalah hasil rekapitulasi jawaban dari *Waste Assessment Quistionnaire* kuesioner yang telah diberikan kepada responden 1 berdasarkan hasil kuesioner pertanyaan dan tipe penilaian dari lampiran 4:

Tabel 4.5 Rekapitulasi *Waste Assessment Quistionnaire* Responden 1

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
1	<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	B	Kadang-kadang	0.5
2	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
3	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
4	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
5	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
6	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
7	<i>From Process</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
8	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
9	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
10	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	Tidak	0
11	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
12	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
13	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
14	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
15	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
16	<i>To Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
17	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
18	<i>From transportation</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
19	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
20	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
21	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
22	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
23	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
24	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Tidak	0
25	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
26	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
27	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
28	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
29	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
30	<i>From Overproduction</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
31	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
32	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
33	<i>To Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
34	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
35	<i>From Transportation</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
36	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	B	Kadang-kadang	0.5



No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
37	<i>From Overproduction</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
38	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Kadang-kadang	0.5
39	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
40	<i>To Defect</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
41	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Iya	1
42	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
43	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
44	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
45	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Tidak	0
46	<i>From Waiting</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
47	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
48	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
49	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
50	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
51	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
52	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
53	<i>To Waiting</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
54	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
55	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
56	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
57	<i>From Inventory</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
58	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
59	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
60	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
61	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	A	Tidak	0
62	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
63	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Tidak	0
64	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
65	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
66	<i>From Overproduction</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
67	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
68	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1

Berdasarkan rekapitulasi dari *waste assessment questionnaire* responden 1 pada tabel 4.5 di atas, dapat dilihat bahwa responden menjawab “Kadang-kadang” pada pertanyaan ke-1 untuk

jenis pertanyaan “*To Motion*” dengan kategori pertanyaan “*Man*” dan hubungan pemborosan “B” yaitu tidak berdampak terhadap pemborosan. Begitu juga seterusnya hingga nomor pertanyaan ke-68. Berikut adalah hasil rekapitulasi jawaban dari *Waste Assessment Questionnaire* kuesioner yang telah diberikan kepada responden 2 berdasarkan hasil kuesioner pertanyaan dan tipe penilaian dari lampiran 4:

Tabel 4.6 Rekapitulasi *Waste Assessment Questionnaire* Responden 2

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
1	<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	B	Kadang-kadang	0.5
2	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
3	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Kadang-kadang	0.5
4	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
5	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
6	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Kadang-kadang	0.5
7	<i>From Process</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
8	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
9	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
10	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
11	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
12	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
13	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
14	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
15	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
16	<i>To Defect</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
17	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
18	<i>From transportation</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
19	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
20	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
21	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
22	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	Tidak	0
23	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
24	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
25	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
26	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
27	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Tidak	0
28	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
29	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
30	<i>From Overproduction</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
31	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
32	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
33	<i>To Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
34	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
35	<i>From Transportation</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
36	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
37	<i>From Overproduction</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
38	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Kadang-kadang	0.5
39	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
40	<i>To Defect</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
41	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Kadang-kadang	0.5
42	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
43	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
44	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Kadang-kadang	0.5
45	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
46	<i>From Waiting</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
47	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
48	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
49	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
50	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
51	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
52	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
53	<i>To Waiting</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
54	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
55	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
56	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
57	<i>From Inventory</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
58	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
59	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
60	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
61	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	A	Tidak	0
62	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Kadang-kadang	0.5
63	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
64	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
65	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
66	<i>From Overproduction</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
67	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Kadang-kadang	0.5
68	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1

Berdasarkan rekapitulasi dari *waste assessment questionnaire* responden 2 pada tabel 4.6 di atas, dapat dilihat bahwa responden menjawab “Kadang-kadang” pada pertanyaan ke-1 untuk jenis pertanyaan “*To Motion*” dengan kategori pertanyaan “*Man*” dan hubungan pemborosan “B” yaitu tidak berdampak terhadap pemborosan. Begitu juga seterusnya hingga nomor pertanyaan ke-68. Berikut adalah hasil rekapitulasi jawaban dari *Waste Assessment Quistionnaire* kuesioner yang telah diberikan kepada responden 3 berdasarkan hasil kueseioner pertanyaan dan tipe penilaian:

Tabel 4.7 Rekapitulasi *Waste Assessment Quistionnaire* Responden 3

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
1	<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
2	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
3	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Kadang-kadang	0.5
4	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Tidak	0
5	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
6	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Kadang-kadang	0.5
7	<i>From Process</i>	<i>Man</i>	B	Iya	1
8	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
9	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
10	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
11	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B	Tidak	0
12	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B	Tidak	0
13	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
14	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
15	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
16	<i>To Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
17	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
18	<i>From transportation</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
19	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
20	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
21	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
22	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
23	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
24	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
25	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
26	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A	Kadang-kadang	0.5
27	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
28	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Iya	1
29	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Kadang-kadang	0.5
30	<i>From Overproduction</i>	<i>Material</i>	A	Tidak	0
31	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	B	Iya	1
32	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Kadang-kadang	0.5
33	<i>To Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Kadang-kadang	0.5
34	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
35	<i>From Transportation</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
36	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
37	<i>From Overproduction</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
38	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Kadang-kadang	0.5
39	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
40	<i>To Defect</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
41	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Iya	1
42	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	A	Tidak	0
43	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Iya	1
44	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
45	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Tidak	0
46	<i>From Waiting</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
47	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
48	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
49	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
50	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
51	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
52	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Jawaban	Skor
53	<i>To Waiting</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
54	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
55	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
56	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
57	<i>From Inventory</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
58	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
59	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
60	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
61	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	A	Iya	1
62	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
63	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
64	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
65	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
66	<i>From Overproduction</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1
67	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Kadang-kadang	0.5
68	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Iya	1

Berdasarkan rekapitulasi dari *waste assessment questionnaire* responden 3 pada tabel 4.7 di atas, dapat dilihat bahwa responden menjawab “Ya” pada pertanyaan ke-1 untuk jenis pertanyaan “*To Motion*” dengan kategori pertanyaan “*Man*” dan hubungan pemborosan “B” yaitu tidak berdampak terhadap pemborosan. Begitu juga seterusnya hingga nomor pertanyaan ke-68.

Apabila kategori pertanyaan adalah A dan jawaban “Ya” artinya diindikasikan terjadi pemborosan. Dimana jika jawaban adalah “Ya” maka menandakan terjadi pemborosan dengan pemberian bobot 1. Jika jawaban adalah “Kadang-kadang” maka menandakan sedang atau pemborosan dengan skala yang kecil dengan pemberian bobot 0,5. Jika jawaban adalah “Tidak” maka menandakan tidak terjadi pemborosan dengan pemberian bobot 0.

Apabila kategori pertanyaan adalah B dan jawaban “Tidak” artinya tidak diindikasikan terjadinya pemborosan. Dimana jika jawaban adalah “Ya” maka menandakan tidak adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1. Jika jawaban adalah “Kadang-kadang” maka menandakan sedang atau pemborosan dengan skala yang kecil dengan pemberian bobot 0,5.

Jika jawaban adalah “Tidak” maka menandakan terjadi pemborosan dengan pemberian bobot 0.

#### 4.1.2 Waste Defect

Pengumpulan data untuk pengukuran *waste defect* dilakukan dengan mengumpulkan data produksi cabinet panel pada divisi *Cabinet Case*, jumlah cacat dan jenis cacat pada masing-masing jumlah cacat. Pada tabel data jenis cacat dapat dilihat bahwa jumlah produk yang cacat sama dengan jumlah jenis cacat. Hal itu dikarenakan hanya ada satu jenis cacat di satu produk. Sebaliknya, apabila jumlah produk yang cacat tidak sama dengan jumlah jenis cacat maka ada satu produk yang memiliki dua atau lebih jenis cacat. Berikut adalah data jumlah order, jumlah cacat dan jumlah jenis cacat yang didapatkan selama 5 bulan yaitu bulan Oktober 2017-Mei 2018:

Tabel 4.8 Data Produksi Kabinet Panel divisi *Cabinet Case* Bulan Oktober 2017-Mei 2018

<b>Bulan</b>	<b>Produksi Perbulan</b>
Oktober	3417
November	3746
Desember	3318
Januari	7884
Februari	6920
Maret	8160
April	8659
Mei	7864

Rencana produksi dari PT. Yamaha Indonesia mengikuti seberapa banyak jumlah permintaan dari konsumen, dimana perusahaan ini menerapkan sistem *make to order*.







No	Kabinet Panel	Jenis Cacat	Bulan (2018)								Jumlah
			Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	
7	<i>Bottom Frame</i>	Renggang (proses)	1	2	1	1	5	4	4	2	20
		Uki (proses)	0						1		1
		Gompal (proses)	8	9	10	23	24	20	14	16	124
		BK tekori/NG/grepes	0	1	4	45	1	7	2		60
		Belum di R/R kebesaran	0								0
		Benjol Edge									0
8	<i>Top Frame Side R/L</i>	Renggang (proses)	8	9	23	26	10	18	10	27	131
		Uki (proses)	0			1	1	1	1	2	6
		Gompal (proses)	2	8	6	14	19	11	7	14	81
		BK tekori/NG/grepes	0		0	8	1		1	3	13
		Belum di R/R kebesaran	0								0
		Benjol Edge									0
Jumlah Cacat Per Bulan			100	126	134	309	168	212	151	266	

## 4.2 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data berupa pengidentifikasian *waste* dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* dari 3 responden, pemetaan diagram SIPOC serta pengolahan data dengan menggunakan tahapan *Six Sigma* yaitu DMAI pada masing-masing *waste*.

### 4.2.1 Waste Assessment Model

Untuk mengetahui *waste* tertinggi pada proses divisi *Cabinet Case* PT. Yamaha Indonesia maka digunakan perhitungan menggunakan *waste assessment model* yang terbagi menjadi 3 tahapan yaitu diantaranya:

#### 1. Seven Waste Relationship (SWR)

Tahap pertama dalam perhitungan *waste assessment model* adalah penjumlahan dari masing-masing keterkaitan antar *waste* yaitu jumlah untuk masing-masing dari kuesioner pertanyaan. Fungsi dari perhitungan SWR adalah untuk mengetahui hubungan kedekatan dari masing-masing keterkaitan antar *waste* yang bersangkutan. Hubungan kedekatan pada tabel dibawah ini adalah didapatkan dari hasil konversi rentang skor keterkaitan antar *waste* pada tabel 2.6 yang telah disebutkan sebelumnya. Berikut adalah jumlah skor untuk masing-masing *seven waste relationship* (keterkaitan antar *waste*) dari responden 1:

Tabel 4.10 Jumlah Skor Keterkaitan antar *Waste* Responden 1

No	Pertanyaan	Skor	Hubungan Kedekatan
1	O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	20	A
2	O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	20	A
3	O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	18	A
4	O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	20	A
5	O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	20	A
6	I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	16	E
7	I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	12	I
8	I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	14	E
9	I_T	16	E

<b>No</b>	<b>Pertanyaan</b>	<b>Skor</b>	<b>Hubungan Kedekatan</b>
	<i>(Inventory_Transportation)</i>		
10	D_O <i>(Defect_Overproduction)</i>	20	A
11	D_I <i>(Defect_Inventory)</i>	20	A
12	D_M <i>(Defect_Motion)</i>	20	A
13	D_T <i>(Defect_Transportation)</i>	20	A
14	D_W <i>(Defect_Waiting)</i>	20	A
15	M_I <i>(Motion_Inventory)</i>	15	E
16	M_D <i>(Motion_Defect)</i>	18	A
17	M_P <i>(Motion_Process)</i>	16	E
18	M_W <i>(Motion_Waiting)</i>	20	A
19	T_O <i>(Transportation_Overproduction)</i>	16	E
20	T_I <i>(Transportation_Inventory)</i>	16	E
21	T_D <i>(Transportation_Defect)</i>	16	E
22	T_M <i>(Transportation_Motion)</i>	18	A
23	T_W <i>(Transportation_Waiting)</i>	20	A
24	P_O <i>(Process_Overproduction)</i>	16	E
25	P_I <i>(Process_Inventory)</i>	18	A
26	P_D <i>(Process_Defect)</i>	16	E
27	P_M <i>(Process_Motion)</i>	16	E
28	P_W <i>(Process_Waiting)</i>	15	E
29	W_O <i>(Waiting_Overproduction)</i>	14	E
30	W_I <i>(Waiting_Inventory)</i>	15	E
31	W_D <i>(Waiting_Defect)</i>	15	E

Berikut adalah jumlah skor untuk masing-masing *seven waste relationship* (keterkaitan antar *waste*) dari responden 2:

Tabel 4.11 Jumlah Skor Keterkaitan antar *Waste* Responden 2

No	Pertanyaan	Skor	Hubungan Kedekatan
1	O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	17	A
2	O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	11	I
3	O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	16	E
4	O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	15	E
5	O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	15	E
6	I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	10	I
7	I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	6	O
8	I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	8	O
9	I_T ( <i>Inventory_Transportation</i> )	12	I
10	D_O ( <i>Defect_Overproduction</i> )	15	E
11	D_I ( <i>Defect_Inventory</i> )	15	E
12	D_M ( <i>Defect_Motion</i> )	13	E
13	D_T ( <i>Defect_Transportation</i> )	16	E
14	D_W ( <i>Defect_Waiting</i> )	15	E
15	M_I ( <i>Motion_Inventory</i> )	8	O
16	M_D ( <i>Motion_Defect</i> )	12	I
17	M_P ( <i>Motion_Process</i> )	10	I
18	M_W ( <i>Motion_Waiting</i> )	12	I
19	T_O ( <i>Transportation_Overproduction</i> )	8	O
20	T_I ( <i>Transportation_Inventory</i> )	11	I

No	Pertanyaan	Skor	Hubungan Kedekatan
21	T_D ( <i>Transportation_Defect</i> )	8	O
22	T_M ( <i>Transportation_Motion</i> )	12	I
23	T_W ( <i>Transportation_Waiting</i> )	11	I
24	P_O ( <i>Process_Overproduction</i> )	12	I
25	P_I ( <i>Process_Inventory</i> )	15	E
26	P_D ( <i>Process_Defect</i> )	15	E
27	P_M ( <i>Process_Motion</i> )	16	E
28	P_W ( <i>Process_Waiting</i> )	13	E
29	W_O ( <i>Waiting_Overproduction</i> )	8	O
30	W_I ( <i>Waiting_Inventory</i> )	11	I
31	W_D ( <i>Waiting_Defect</i> )	7	O

Berikut adalah jumlah skor untuk masing-masing *seven waste relationship* (keterkaitan antar *waste*) dari responden 3:

Tabel 4.12 Jumlah Skor Keterkaitan antar *Waste* Responden 3

No	Pertanyaan	Skor	Hubungan Kedekatan
1	O_I ( <i>Overproduction_Inventory</i> )	19	A
2	O_D ( <i>Overproduction_Defect</i> )	12	I
3	O_M ( <i>Overproduction_Motion</i> )	14	E
4	O_T ( <i>Overproduction_Transportation</i> )	14	E
5	O_W ( <i>Overproduction_Waiting</i> )	17	A
6	I_O ( <i>Inventory_Overproduction</i> )	14	E
7	I_D ( <i>Inventory_Defect</i> )	14	E
8	I_M ( <i>Inventory_Motion</i> )	10	I

No	Pertanyaan	Skor	Hubungan Kedekatan
9	I_T (Inventory_Transportation)	10	I
10	D_O (Defect_Overproduction)	16	E
11	D_I (Defect_Inventory)	13	E
12	D_M (Defect_Motion)	12	I
13	D_T (Defect_Transportation)	10	I
14	D_W (Defect_Waiting)	16	E
15	M_I (Motion_Inventory)	8	O
16	M_D (Motion_Defect)	9	I
17	M_P (Motion_Process)	14	E
18	M_W (Motion_Waiting)	13	E
19	T_O (Transportation_Overproduction)	12	I
20	T_I (Transportation_Inventory)	8	O
21	T_D (Transportation_Defect)	14	E
22	T_M (Transportation_Motion)	14	E
23	T_W (Transportation_Waiting)	13	E
24	P_O (Process_Overproduction)	16	E
25	P_I (Process_Inventory)	10	I
26	P_D (Process_Defect)	16	E
27	P_M (Process_Motion)	14	E
28	P_W (Process_Waiting)	12	I
29	W_O (Waiting_Overproduction)	6	O
30	W_I (Waiting_Inventory)	13	E
31	W_D	5	O

No	Pertanyaan ( <i>Waiting_Defect</i> )	Skor	Hubungan Kedekatan
----	---	------	--------------------

Keterangan :

17 sampai 20 = A (*Absolutely Necessary*)

13 sampai 16 = E (*Especially Important*)

9 sampai 12 = I (*Important*)

5 sampai 8 = O (*Ordinary Closeness*)

1 sampai 4 = U (*Unimportant*)

## 2. Waste Relationship Matrix (WRM)

Setelah mendapatkan pembobotan *seven waste relationship* pada tabel diatas, selanjutnya dilakukan tahap *waste relationship matrix (WRM)* dengan cara menginputkan data *seven waste relationship (SWR)* ke tabel *waste relationship matrix (WRM)*. Dengan contoh baris “O\_I” pada *seven waste relationship* ditempatkan pada *From Overproduction* dan *To Inventory*, begitu juga dengan *seven waste relationship* selanjutnya. Berikut adalah tabel dari *waste relationship matrix (WRM)* yang didapatkan dari hasil *seven waste relationship* pada tabel 4.13 untuk responden 1:

Tabel 4.13 *Waste Relationship Matrix* dari Responden 1

<i>FROM/TO</i>	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>
<i>Overproduction</i>	A	A	A	A	A	X	A
<i>Inventory</i>	E	A	I	E	E	X	X
<i>Defect</i>	A	A	A	A	A	X	A
<i>Motion</i>	X	E	A	A	X	E	A
<i>Transportation</i>	E	E	E	A	A	X	A
<i>Process</i>	E	A	E	E	X	A	E
<i>Waiting</i>	E	E	E	X	X	X	A



Berikut adalah tabel dari *waste relationship matrix* (WRM) yang didapatkan dari hasil *seven waste relationship* pada tabel 4.14 untuk responden 2:

Tabel 4.14 *Waste Relationship Matrix* dari Responden 2

<i>FROM/TO</i>	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>
<i>Overproduction</i>	A	A	I	E	E	X	E
<i>Inventory</i>	I	A	O	O	I	X	X
<i>Defect</i>	E	E	A	E	E	X	E
<i>Motion</i>	X	O	I	A	X	I	I
<i>Transportation</i>	O	I	O	I	A	X	I
<i>Process</i>	I	E	E	E	X	A	E
<i>Waiting</i>	O	I	O	X	X	X	A

Berikut adalah tabel dari *waste relationship matrix* (WRM) yang didapatkan dari hasil *seven waste relationship* pada tabel 4.15 untuk responden 3:

Tabel 4.15 *Waste Relationship Matrix* dari Responden 3

<i>FROM/TO</i>	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>
<i>Overproduction</i>	A	A	I	E	E	X	A
<i>Inventory</i>	E	A	E	I	I	X	X
<i>Defect</i>	E	E	A	I	I	X	E
<i>Motion</i>	X	O	I	A	X	E	E
<i>Transportation</i>	I	O	E	E	A	X	E
<i>Process</i>	E	I	E	E	X	A	I
<i>Waiting</i>	O	E	O	X	X	X	A

WRM menunjukkan bagaimana satu jenis *waste* akan mempengaruhi *waste* lainnya. Setiap baris menunjukkan pengaruh suatu *waste* tertentu terhadap ke 6 *waste* lainnya. Sedangkan setiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Setelah didapatkan hasil WRM, langkah selanjutnya adalah mengkonversikan WRM kedalam angka dengan ketentuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2 dan X=0. Berikut adalah hasil konversi atau *waste matrix value* yang didapatkan dari hasil konversi WRM pada tabel 4.16 untuk responden 1:

Tabel 4.16 Pengonversian *Waste Matrix Value* dari Responden 1

<b>FROM/TO</b>	<b><i>Overproduction</i></b>	<b><i>Inventory</i></b>	<b><i>Defect</i></b>	<b><i>Motion</i></b>	<b><i>Transportation</i></b>	<b><i>Process</i></b>	<b><i>Waiting</i></b>	<b><i>Score</i></b>	<b>%</b>
<i>Overproduction</i>	10	10	10	10	10	0	10	60	<b>17%</b>
<i>Inventory</i>	8	10	6	8	8	0	0	40	<b>12%</b>
<i>Defect</i>	10	10	10	10	10	0	10	60	<b>17%</b>
<i>Motion</i>	0	8	10	10	0	8	10	46	<b>13%</b>
<i>Transportation</i>	8	8	8	10	10	0	10	54	<b>16%</b>
<i>Process</i>	8	10	8	8	0	10	8	52	<b>15%</b>
<i>Waiting</i>	8	8	8	0	0	0	10	34	<b>10%</b>
<b><i>Score</i></b>	<b>52</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>56</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>58</b>	<b>346</b>	
<b>%</b>	<b>15%</b>	<b>18%</b>	<b>17%</b>	<b>16%</b>	<b>11%</b>	<b>5%</b>	<b>17%</b>		<b>1</b>

Pada tabel 4.17 di atas dapat diketahui bahwa nilai *from Defect* dan *from overproduction* memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 17%. Hal ini menunjukkan *from Defect* dan *from overproduction* memiliki pengaruh yang menyebabkan terjadinya *waste* lain. Sedangkan nilai *to Inventory* memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 18% kemudian disusul oleh *to Defect* dan *to waiting* dengan persentase sebesar 17%. Hal ini menunjukkan maka *to inventory* paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lainnya.

Berikut adalah hasil konversi atau *waste matrix value* yang didapatkan dari hasil konversi WRM pada tabel 4.17 untuk responden 2 :

Tabel 4.17 Pengonversian *Waste Matrix Value* dari Responden 2

<i>FROM/TO</i>	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<i>Score</i>	<i>%</i>
<i>Overproduction</i>	10	10	6	8	8	0	8	50	<b>19%</b>
<i>Inventory</i>	6	10	4	4	6	0	0	30	<b>11%</b>
<i>Defect</i>	8	8	10	8	8	0	8	50	<b>19%</b>
<i>Motion</i>	0	4	6	10	0	6	6	32	<b>12%</b>
<i>Transportation</i>	4	6	4	6	10	0	6	36	<b>13%</b>
<i>Process</i>	6	8	8	8	0	10	8	48	<b>18%</b>
<i>Waiting</i>	4	6	4	0	0	0	10	24	<b>9%</b>
<b><i>Score</i></b>	<b>38</b>	<b>52</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>46</b>	<b>270</b>	
<b><i>%</i></b>	<b>14%</b>	<b>19%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>12%</b>	<b>6%</b>	<b>17%</b>		<b>1</b>

Pada tabel 4.17 di atas dapat diketahui bahwa nilai *from Defect* dan *from overproduction* memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 19 %. Hal ini menunjukkan maka *from Defect* dan *from overproduction* memiliki pengaruh untuk menyebabkan terjadinya *waste* lain. Sedangkan nilai *to inventory* memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 19% kemudian disusul oleh *to waiting* dengan persentase sebesar 17%. Hal ini menunjukkan maka *to inventory* paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lainnya.

Berikut adalah hasil konversi atau *waste matrix value* yang didapatkan dari hasil konversi WRM pada tabel 4.18 untuk responden 3 :

Tabel 4.18 Pengonversian *Waste Matrix Value* dari Responden 3

<i>FROM/TO</i>	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<i>Score</i>	<i>%</i>
<i>Overproduction</i>	10	10	6	8	8	0	10	52	<b>18%</b>
<i>Inventory</i>	8	10	8	6	6	0	0	38	<b>13%</b>
<i>Defect</i>	8	8	10	6	6	0	8	46	<b>16%</b>

<i>Motion</i>	0	4	6	10	0	8	8	36	<b>13%</b>
<i>Transportation</i>	6	4	8	8	10	0	8	44	<b>15%</b>
<i>Process</i>	8	6	8	8	0	10	6	46	<b>16%</b>
<i>Waiting</i>	4	8	4	0	0	0	10	26	<b>9%</b>
<b>Score</b>	<b>44</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>50</b>	<b>288</b>	
<b>%</b>	<b>15%</b>	<b>17%</b>	<b>17%</b>	<b>16%</b>	<b>10%</b>	<b>6%</b>	<b>17%</b>		<b>1</b>

Pada tabel 4.18 di atas dapat diketahui bahwa nilai *from overproduction* memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 18%, kemudian disusul oleh *from Defect* dan *from process* dengan persentase sebesar 16%. Hal ini menunjukkan maka *from overproduction* memiliki pengaruh untuk menyebabkan terjadinya *waste* lain. Sedangkan nilai *to inventory*, *to Defect* dan *to waiting* memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 17%. Hal ini menunjukkan maka *to inventory*, *to Defect* dan *to waiting* paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lainnya.

### 3. Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

*Waste Assessment Questionnaire* dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Kuisisioner *assessment* terdiri dari 68 pertanyaan. Tiap pertanyaan dari kuisisioner mewakili suatu aktivitas, kondisi atau tingkah laku dalam rantai produksi yang mungkin dapat menimbulkan *waste*. Beberapa pertanyaan dikelompokkan dalam jenis “*From*” yang berarti bahwa pertanyaan tersebut merujuk terhadap segala jenis pemborosan yang terjadi yang dapat memicu ataupun menghasilkan jenis *waste* yang berbeda. Sedangkan pertanyaan lainnya mewakili jenis “*to*” yang berarti segala jenis *waste* yang ditimbulkan oleh *waste* yang lainnya. Setiap pertanyaan pada WAQ terdiri dari 3 buah jawaban dengan bobot masing-masing: 1, 0.5, dan 0. Pertanyaan dikategorikan ke dalam 4 kelompok yaitu *man*, *machine*, *material* dan *method*. Hasil rekapitulasi dari penilaian WAQ dari responden 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.19 Hasil *Waste Assessment Questionnaire* dari Responden 1

	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<b>Jumlah</b>
<i>Score(Yj)</i>	0.309	0.399	0.361	0.330	0.226	0.530	0.354	
<i>Pj Factor</i>	0.026	0.021	0.030	0.022	0.017	0.008	0.016	
<i>Final result (Yfinal)</i>	0.008	0.009	0.011	0.007	0.004	0.004	0.006	0.05
<i>Final result (%)</i>	16.64%	17.62%	22.42%	14.70%	8.00%	8.57%	12.05%	100%
<b>Rank</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	

Pada tabel 4.19 hasil *waste assessment questionnaire* dari responden 1, dapat dilihat bahwa tiga *waste* yang paling dominan adalah *waste Defect* dengan persentase sebesar 22,42% dan disusul oleh *waste inventory* dengan persentase sebesar 17,62%. Hasil rekapitulasi dari penilaian WAQ dari responden 2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Hasil *Waste Assessment Questionnaire* dari Responden 2

	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<b>Jumlah</b>
<i>Score(Yj)</i>	0.513	0.891	0.685	0.531	0.349	0.754	0.624	
<i>Pj Factor</i>	0.026	0.021	0.029	0.019	0.016	0.011	0.015	
<i>Final result (Yfinal)</i>	0.013	0.019	0.020	0.010	0.006	0.008	0.009	0.09
<i>Final result (%)</i>	15.66%	22.33%	23.13%	12.03%	6.46%	9.31%	11.08%	100%
<b>Rank</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	

Pada tabel 4.20 hasil *waste assessment questionnaire* dari responden 2, dapat dilihat bahwa tiga *waste* yang paling dominan adalah *waste Defect* dengan persentase sebesar 23,13%

dan *waste inventory* dengan persentase sebesar 22,33%. Hasil rekapitulasi dari penilaian WAQ dari responden 3 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Hasil *Waste Assessment Questionnaire* dari Responden 3

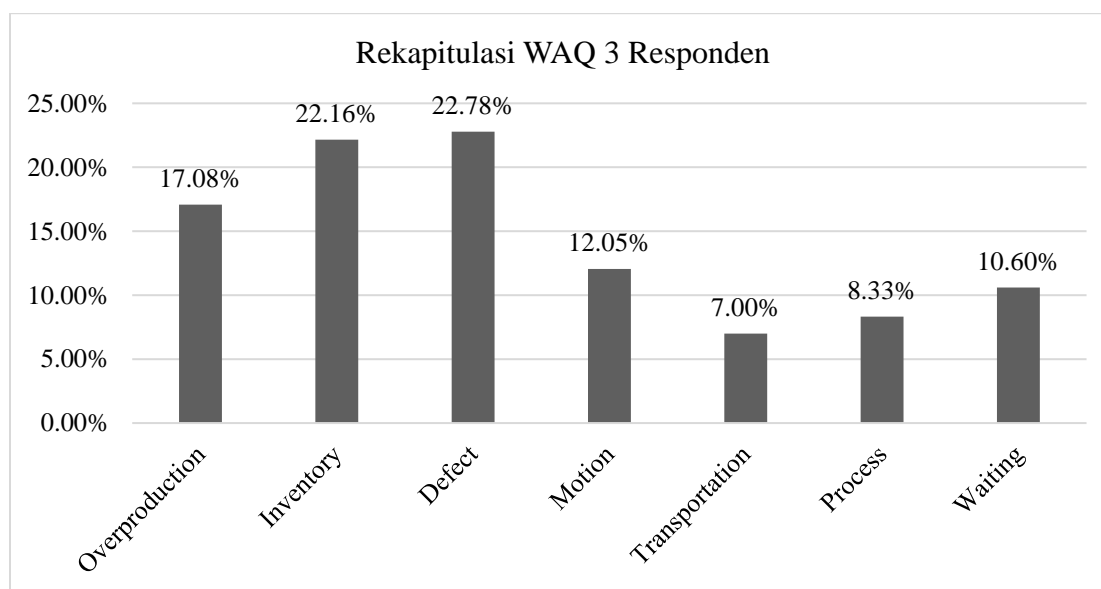
	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<b>Jumlah</b>
<i>Score(Yj)</i>	0.504	0.787	0.668	0.491	0.358	0.679	0.550	
<i>Pj Factor</i>	0.028	0.023	0.028	0.020	0.016	0.010	0.016	
<i>Final result (Yfinal)</i>	0.014	0.018	0.019	0.010	0.006	0.007	0.009	0.08
<i>Final result (%)</i>	17.08%	22.16%	22.78%	12.05%	7.00%	8.33%	10.60%	100%
<b>Rank</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	

Pada tabel 4.21 hasil *waste assessment questionnaire* dari responden 3, dapat dilihat bahwa tiga *waste* yang paling dominan adalah *waste Defect* dengan persentase sebesar 22,78% dan *waste inventory* dengan persentase sebesar 22,16%. Berikut adalah hasil rekapitulasi dari *waste assessment questionnaire* dari 3 responden yang didapatkan dengan cara merata-ratakan hasil dari *waste assessment questionnaire* dari setiap responden:

Tabel 4.22 Hasil Rekapitulasi *Waste Assessment Questionnaire* dari 3 Responden

	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<b>Jumlah</b>
<i>Rata-rata Score(Yj)</i>	0.504	0.787	0.668	0.491	0.358	0.679	0.550	
<i>Rata-rata Pj Factor</i>	0.028	0.023	0.028	0.020	0.016	0.010	0.016	
<i>Final result (Yfinal)</i>	0.014	0.018	0.019	0.010	0.006	0.007	0.009	0.08
<i>Final result (%)</i>	17.08%	22.16%	22.78%	12.05%	7.00%	8.33%	10.60%	100%

	<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	<i>Defect</i>	<i>Motion</i>	<i>Transportation</i>	<i>Process</i>	<i>Waiting</i>	<b>Jumlah</b>
<b>Rank</b>	3	2	1	4	7	6	5	



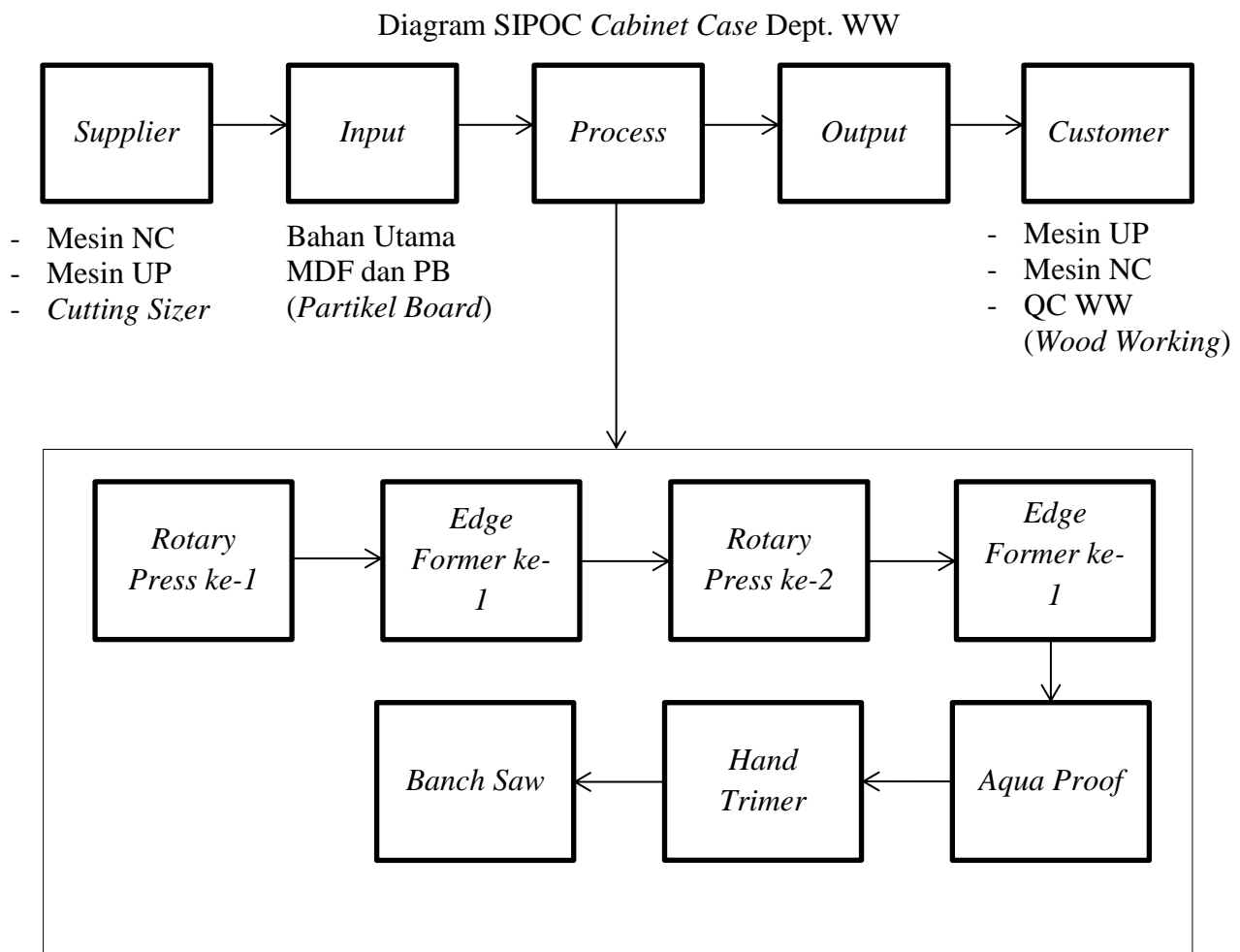
Gambar 4.1 Rekapitulasi *Waste Assessment Questionnaire* 3 Responden

Dari tabel 4.22 dan gambar 4.1 grafik rekapitulasi *waste assessment questionnaire* dari 3 responden di atas dapat dilihat bahwa *waste* yang teridentifikasi dari persentase terbesar sampai terkecil adalah *waste Defect* dengan persentase sebesar 22.78%, *waste inventory* dengan persentase sebesar 22,16%, *waste overproduction* dengan persentase sebesar 17.08%, *waste motion* dengan persentase sebesar 12,05%, *waste waiting* dengan persentase sebesar 10,6%, *waste process* dengan persentase sebesar 8.33% dan terakhir *waste transportation* dengan persentase sebesar 7%. Tetapi dalam penelitian ini, peneliti hanya membatasi hanya fokus ke *waste* dominan yang terbesar saja yaitu *waste Defect*.

#### 4.2.2 Diagram SIPOC

Pemetaan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output* dan *Customer*) bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses produksi kabinet panel pada divisi *Cabinet Case* mulai

dari *supplier*, proses material hingga menuju konsumen. Berikut adalah diagram SIPOC yang diperoleh:



Gambar 4.2 Diagram SIPOC *Cabinet Case* Jenis Kabinet Panel Dept. *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia

Berikut adalah penjelasan dari diagram SIPOC Divisi *Cabinet Case* PT Yamaha Indonesia berdasarkan gambar 4.2 diatas dimulai dari *supplier*, *input*, *process*, *output* hingga *customer*.

#### 1. *Supplier*

*Supplier* divisi *Cabinet Case* merupakan divisi untuk proses proses bahan baku mentah hingga siap press baker (lapisan luar kayu), diantaranya yaitu divisi Mesin NC untuk *Top Frame Side R/L*, divisi Mesin UP untuk *Top Board*, *Top Board Front*, *Top Board Front Rear*, *Fall Center*, *Top Frame* dan *Fall Board*, dan divisi *Cutting Sizer* untuk *Fall Center*, *Top Board*, *Top Board Front*, *Top Board Front Rear*, *Top Frame* dan *Bottom Frame*.



## 2. *Input*

*Input* untuk divisi *Cabinet Case* yaitu bahan baku kayu berjenis MDF yang terbuat dari bubuk kayu yang dipress dan dicetak, serta jenis PB (*Particle Board*) yang terbuat dari sisa serutan kayu yang juga dipress dan dicetak.

## 3. *Process*

Sistem produksi pada *Cabinet Case* yaitu berdasarkan penjadwalan yang telah ditentukan oleh bagian Perencanaan Produksi yang dimusyawarahkan lagi oleh Manajer produksi foreman berserta anggota lainnya, yang kemudian akan diumumkan lagi pada saat meeting pagi ketika terdapat perubahan pada penjadwalan. Berikut adalah proses produksi *Cabinet Case*:

### 1) *Rotary Press Ke-1*

Proses produksi yang dilakukan pada proses ini adalah pengepresan pada bagian panjang dari cabinet panel dengan baker (bahan pelapis) yang disediakan oleh divisi *Hot Press* dan lem yang telah disediakan oleh bagian produksi. Tahapan dari proses ini yaitu baker yang tersedia diambil dan dicek kualitasnya oleh operator sebelum digunakan sebagai pelapis, kemudian dilem dengan menggunakan mesin *Glue Spreader* yang telah terisi oleh cairan lem, selanjutnya bahan yang telah diletakkan di meja press dipasangkan baker. Selanjutnya proses pengepresan dimulai setelah tombol press ditekan dan *jig* terpasang rapat. Waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali pengepresan pada 1 meja adalah 2 menit, yang mana pada mesin *Rotary press* yang digunakan terdapat 4 meja press.

### 2) *Edge Former*

Proses ini dilakukan untuk dapat menghilangkan sisa-sisa baker pada sisi bahan setelah proses press. Dimana proses ini dilakukan 2 kali sesuai berapa kali proses press.

### 3) *Rotary Press Ke-2*

Proses produksi yang dilakukan pada proses ini sama persis seperti proses pada *Rotary Press* ke-1

### 4) *Edge Former Ke-2*

Proses ini sama persis seperti proses yang dilakukan pada *Edge Former* ke-1

### 5) *Banch Saw*

Merupakan proses potong dan coak.

### 6) *Hand Trimer*

Merupakan proses penumpulan atau pembuatan R pada sisi tajam bahan.

#### 7) *Aqua Proof*

Proses ini merupakan proses pengecatan menggunakan *aqua proof* dengan tujuan agar bagian kayu yang tidak terkena baker dapat tertutupi sempurna dan terhindar dari kelapukan.

#### 4. *Output*

*Output* yang dihasilkan pada divisi *Cabinet Case* merupakan kabinet/material yang telah selesai dipress keseluruhan bagiannya.

#### 5. *Customer*

*Output* yang dihasilkan akan dikirimkan kembali ke mesin UP, mesin NC atau jika bahan sudah siap untuk sanding dan cat maka akan dikirimkan ke bagian *Quality Qontrol Wood Working*.

Setelah mengetahui *waste* yang paling dominan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan tahapan DMAI (*Define-Measure-Analyze-Improve*) sebagai berikut:

### 4.2.3 Define

Tahap *define* merupakan langkah pertama dalam tahapan *Six Sigma*. Tahap *define* digunakan untuk mendefinisikan semua persoalan yang menjadi pokok permasalahan. Berikut adalah pendefinisian dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste defect*.

Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) menjadi dasar untuk melakukan identifikasi permasalahan cacat yang terjadi pada divisi *Cabinet Case*, Departemen *Wood Working* PT Yamaha Indonesia. Tabel berikut adalah jenis-jenis cacat terbanyak pada bulan Oktober 2017 -Mei 2018:

Tabel 4.23 Persentase *Critical to Quality* (CTQ)

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Persentase	Akumulasi
1	Gompal (proses)	823	56.1%	56.1%
2	Renggang (proses)	460	31.4%	87.5%
3	BK tekori/NG/grepes	143	9.8%	97.3%
4	Uki (proses)	23	1.6%	98.8%
5	Benjol Edge	11	0.8%	99.6%
6	Belum di R/R kebesaran	6	0.4%	100.0%
<b>Jumlah Cacat</b>		<b>1466</b>		

Dari tabel 4.23 *Critical to Quality* di atas, jumlah jenis cacat terbesar ada pada jenis cacat renggang dengan jumlah cacat sebesar 823 dengan persentase cacat sebesar 56.1%. Kemudian jumlah jenis cacat terbesar kedua ada pada jenis cacat gompal dengan jumlah cacat sebesar 460

dengan persentase cacat 31.4%. Selanjutnya untuk jumlah jenis cacat terbesar ketiga ada pada jenis cacat BK tekor/NG/grepes dengan jumlah cacat sebesar 143 dengan persentase cacat 9.8%. Jumlah jenis cacat keempat terbesar ada pada jenis cacat uki dengan jumlah cacat sebesar 23 dengan persentase cacat 1.6%. Kemudian jumlah jenis cacat kelima ada pada jenis cacat benjol edge dengan jumlah cacat yaitu 11 dengan persentase cacat 0.8% dan jumlah jenis cacat terakhir ada pada jenis cacat belum di R/R kebesaran dengan jumlah cacat yaitu 6 dengan persentase cacat 0.4%.

#### 4.2.4 Measure

Tahap *measure* merupakan langkah kedua dalam tahapan *Six Sigma*. Tahap *measure* digunakan untuk mengukur masing-masing permasalahan yang ada. Berikut adalah pengukuran dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste defect*.

##### a. *U Chart*

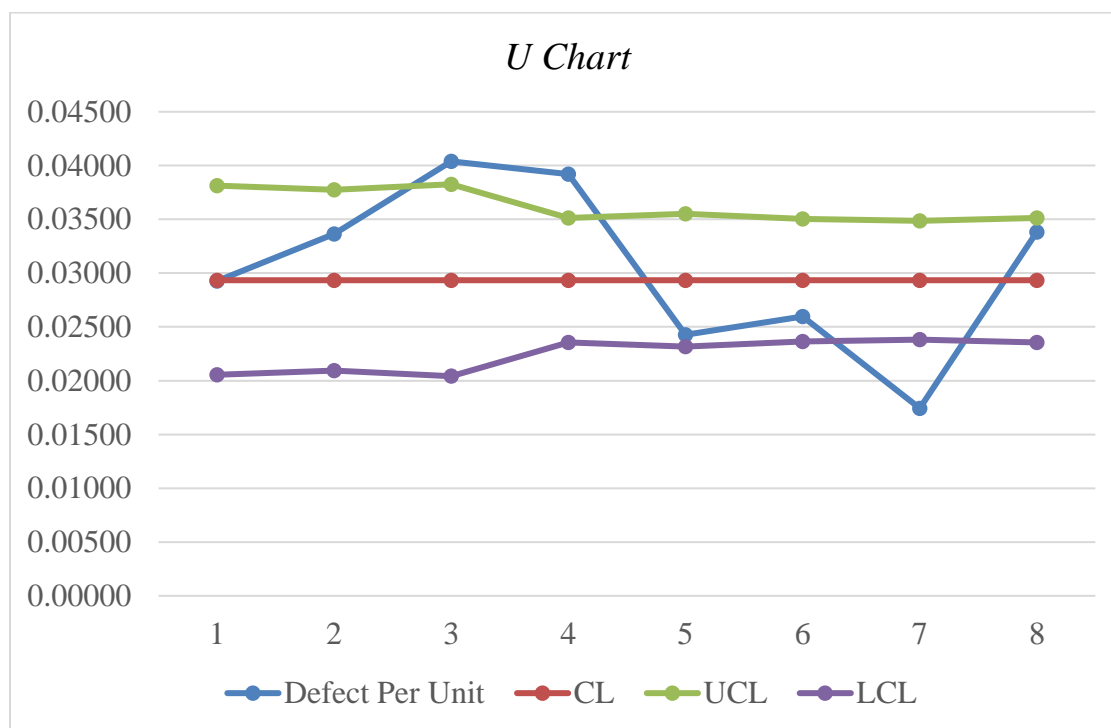
U pada *U Chart* artinya adalah “unit” cacat dalam kelompok sampel. Apabila dalam perhitungan peta kendali yang lain data cacat langsung menjadi data yang diplot ke bagan, maka *U Chart* perlu untuk menghitung terlebih dahulu U (“Unit”) cacat untuk setiap n, dengan rumus  $U_i = c_i/n_i$ . CL adalah *Centre Line*, UCL adalah *Upper Control Limit* atau Batas Pengendalian Atas (BPA) dan LCL adalah *Lower Control Limit* atau Batas Pengendalian Bawah (BPB). Apabila data *Defect per unit* berada diantara garis UCL dan LCL maka proses dikatakan terkendali. Tetapi apabila yang terjadi sebaliknya maka proses tersebut tidak terkendali dan diperlukan adanya tindakan penyelidikan untuk mengetahui penyebabnya. Dalam pembuatan grafik pengendali U atau (*U Chart*), perlu dilakukan perhitungan dengan menentukan nilai batas atas (UCL) dan nilai batas bawah (LCL) yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 24 Perhitungan Peta Kendali U (*U Chart*)

Bulan ke-	Total Produksi	Jumlah Cacat	Defect Per Unit	CL	UCL	LCL
1	3417	100	0.029	0.029	0.038	0.021

Bulan ke-	Total Produksi	Jumlah Cacat	Defect Per Unit	CL	UCL	LCL
2	3746	126	0.034	0.029	0.038	0.021
3	3318	134	0.040	0.029	0.038	0.020
4	7884	309	0.039	0.029	0.035	0.024
5	6920	168	0.024	0.029	0.036	0.023
6	8160	212	0.026	0.029	0.035	0.024
7	8659	151	0.017	0.029	0.035	0.024
8	7864	266	0.034	0.029	0.035	0.024
<b>TOTAL</b>	<b>49968</b>	<b>1466</b>	<b>0.029</b>			

Setelah melakukan perhitungan nilai batas atas dan nilai batas bawah seperti tabel 4.24 di atas, selanjutnya perhitungan tersebut dibuat ke dalam bentuk grafik peta kendali U untuk melihat apakah data tersebut terkendali secara statistik atau tidak. Berikut adalah gambar dari peta kendali U yang terbentuk dari data-data yang didapatkan:



Gambar 4.3 Grafik Peta Kendali U (*U Chart*)

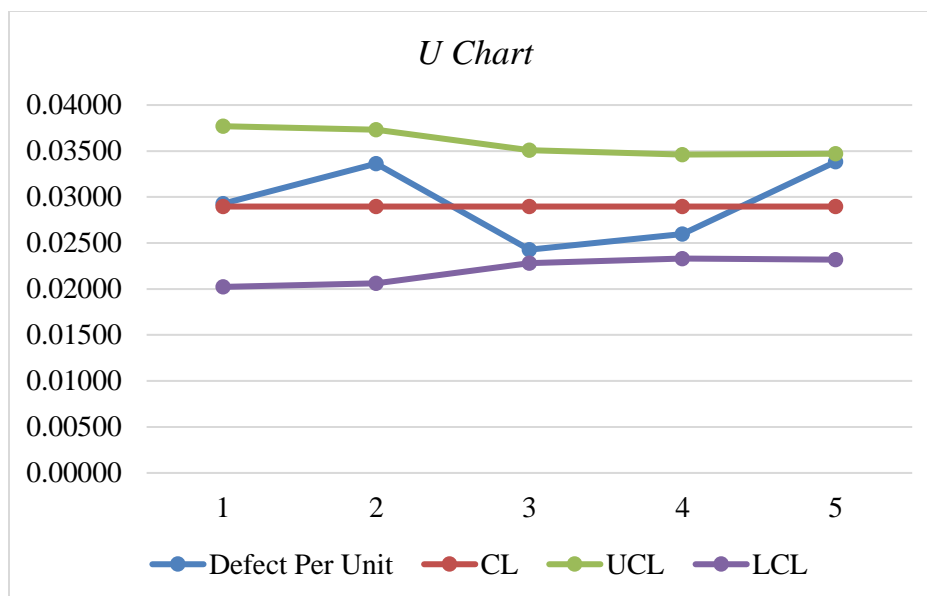
Dari gambar grafik peta kendali U pada bulan Oktober 2017-Mei 2018 atau gambar 4.4 di atas, dapat dilihat bahwa nilai *Defect per unit* dalam keadaan tidak konsisten dimana terdapat 3 dari 8 data yang berada di luar garis batas atas dan batas bawah peta kendali U. Dimana pada bulan ke-3 dan ke-4 data berada di luar batas kendali atas, yang berarti bahwa

proporsi cacat yang dihasilkan lebih besar dari yang seharusnya dan untuk data bulan ke-7 berada di luar batas kendali bawah yang menunjukkan data pada bulan tersebut total produksi paling tinggi dibandingkan bulan-bulan lainnya yang disebabkan pada bulan tersebut pekerjaan dilakukan dengan 2 shift dan lembur masih tetap ada. Jika nilai sampel jatuh di luar batas pengendalian, maka itu berarti bahwa penyebab tersebut mempengaruhi proses dan dikatakan proses tidak stabil, sehingga harus dilakukan kembali perhitungan kedua peta kendali dengan tidak memasukkan data *outlier* yang berada di atas atau di bawah garis batas yang disebabkan karena data tersebut bervariasi (James & William, 2007). Adapun perhitungan kedua peta kendali ditampilkan pada tabel dan gambar dibawah ini:

Tabel 4.25 Perhitungan Kedua *U Chart*

<b>Bulan ke-</b>	<b>Total Order</b>	<b>Jumlah Cacat</b>	<b>Defect Per Unit</b>	<b>CL</b>	<b>UCL</b>	<b>LCL</b>
1	3417	100	0.02927	0.029	0.0377	0.020
2	3746	126	0.03364	0.029	0.0373	0.021
5	6920	168	0.02428	0.029	0.0351	0.023
6	8160	212	0.02598	0.029	0.0346	0.023
8	7864	266	0.03383	0.029	0.0347	0.023
<b>TOTAL</b>	<b>30107</b>	<b>872</b>	<b>0.0290</b>			

Setelah melakukan perhitungan kedua nilai batas atas dan nilai batas bawah seperti tabel 4.25 di atas, selanjutnya perhitungan tersebut dibuat ke dalam bentuk grafik peta kendali U untuk melihat apakah data tersebut terkendali secara statistik atau tidak. Berikut adalah gambar dari peta kendali U yang terbentuk dari data-data yang didapatkan:



Gambar 4.4 Grafik Peta Kendali U (*U Chart*) Perhitungan Kedua

Dari gambar grafik peta kendali U perhitungan kedua pada bulan Oktober 2017 – Mei 2018 atau gambar 4.5 di atas, dapat dilihat bahwa nilai *Defect per unit* dalam keadaan konsisten karena semua data telah berada di antara garis batas atas dan batas bawah peta kendali U. Maka proses diatas terkendali karena semua data berada diantara garis batas atas dan batas bawah.

b. DPMO dan Nilai Sigma

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui level sigma dari masing-masing periode dan keseluruhan proses. Nilai level sigma diperoleh dengan cara melihat tabel konversi DPMO ke nilai sigma. Perhitungan DPMO dan nilai sigma dapat dilihat pada tabel 4.26 berikut ini:

Tabel 4.26 Pengukuran DPMO dan Nilai Sigma

Bulan ke-	Total Order	Jumlah Cacat	CTQ ( <i>Opportunities</i> )	DPO	DPMO	Nilai Sigma
1	3417	100	6	0.005	4.878	4.084
2	3746	126	6	0.006	5.606	4.036
3	3318	134	6	0.007	6.731	3.971
4	7884	309	6	0.007	6.532	3.982
5	6920	168	6	0.004	4.046	4.148
6	8160	212	6	0	-	0.000
7	8659	151	6	0.003	2.906	4.258
8	7864	266	6	0.006	5,638	4.034

<b>TOTAL</b>	<b>49968</b>	<b>1466</b>	<b>6</b>	<b>0.005</b>	<b>4,890</b>	<b>4.084</b>
--------------	--------------	-------------	----------	--------------	--------------	--------------

Dari tabel 4.26 di atas dapat diketahui bahwa nilai sigma dari divisi *Cabinet Case* PT. Yamaha Indonesia memiliki nilai sigma sebesar 4,08 secara keseluruhan proses. Hal ini memungkinkan adanya perbaikan untuk meningkatkan nilai sigma pada divisi *Cabinet Case* PT. Yamaha Indonesia.

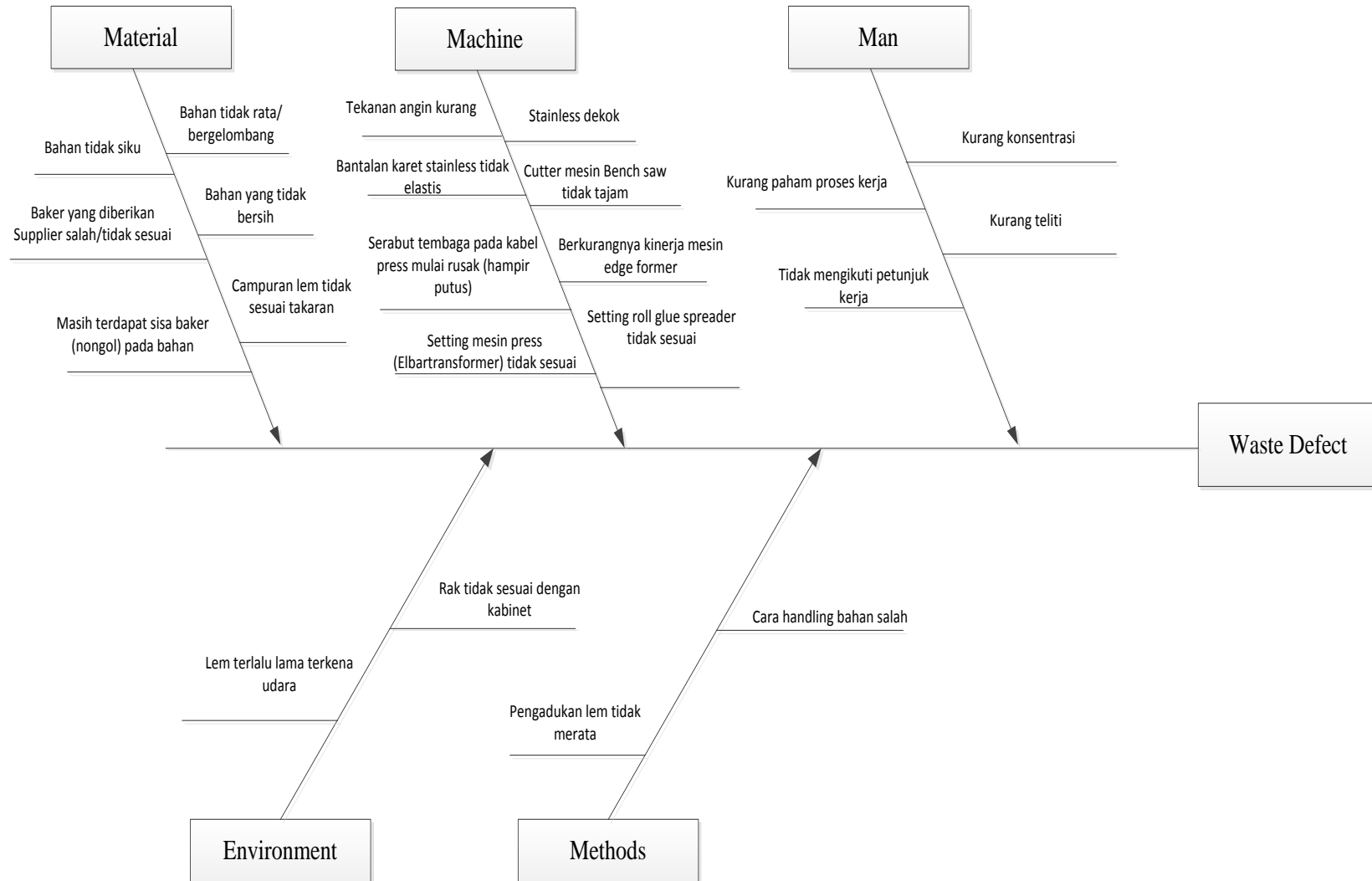
#### **4.2.5 Analyze**

Tahap *analyze* merupakan langkah ketiga dalam tahapan *Six Sigma*. Tahap *analyze* digunakan untuk menemukan akar penyebab masalah dari masing-masing *waste* dengan menggunakan *fishbone diagram* dan menggunakan FMEA dengan melakukan perhitungan nilai RPN untuk mengetahui prioritas perbaikan serta pembobotan AHP untuk menghitung tingkat kepentingan relatif antara *severity*, *occurence* dan *detection*. Berikut adalah analisis penyebab dengan menggunakan *fishbone diagram* dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste defect*:

##### **1. Fishbone Diagram**

###### *a. Fishbone Diagram Waste Defect*

Berdasarkan hasil dari peta kendali U, DPMO dan nilai sigma, maka selanjutnya pada tahap ini akan di analisis penyebab terjadinya *waste Defect*. Berikut adalah hasil analisis *fishbone diagram* yang telah didapatkan melalui wawancara:



Gambar 4.5 Fishbone Diagram Waste Defect



Tabel 4.27 Analisis Penyebab Terjadinya *Waste Defect*

Faktor	Analisis Penyebab	Keterangan
Material	Bahan tidak rata/bergelombang	Bahan yang dipotong mesin cutting sizer tidak rata dikarenakan seperti cutter yang sudah tidak tajam, sehingga menyebabkan sisi pinggir bahan (hasil potong) yang tidak rata. Dan pada saat masuk ke <i>Cabinet Case</i> , bahan tidak bisa di proses dan harus di ganti/ng (not good/tidak bisa dipakai).
	Bahan tidak siku	Proses pemotongan yang tidak membentuk siku pada sisi luar cabinet yang dapat disebabkan karena cutter yang dekok/tidak tajam, sehingga bahan yang dipotong tidak bersudut 90 derajat (seperti jajar genjang). Dan pada saat masuk ke <i>Cabinet Case</i> , bahan tidak bisa di proses (bahan ng) dan harus di ganti.
	Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	Terkadang baker yang dikirmkan oleh supplier tidak sesuai dengan bahan yang akan dipress, seperti terlalu kecil atau terlalu pendek. Sehingga perlu untuk diganti.
	Bahan yang tidak bersih	Terkadang kebersihan terhadap bahan yang dikirim oleh supplier tidak terlalu diperhatikan, atau ketika sampai di <i>Cabinet Case</i> namun terkena serbuk kayu/debu yang berada di lingkungan <i>Cabinet Case</i> . Sehingga dapat menyebabkan cacat benjol edge pada saat proses pengepresan karena baker tidak dapat merekat pada bahan.
	Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	Ketika terdapat baker yang masih tersisa dari proses nomi (nongol), kemudian akan di proses sanding dengan hand trimmer. Dapat menyebabkan cacat gompal pada produk karena sisa baker yang nongol tersebut dapat menarik baker yang seharusnya tidak terbuang di hand trimmer.
	Campuran lem tidak sesuai takaran	Lem perlu dicampurkan dengan hardener agar dapat cepat kering dan cepat menempel pada bahan yang dipress. Namun jika takaran pada saat pencampuran adukan dan komposisi tidak sesuai standard yang telah ditetapkan seperti hardener yang terlalu banyak, akan menyebabkan lem terlalu cepat kering sebelum diproses pada mesin press. Atau jika takaran lem yang terlalu banyak juga akan menyebabkan lem yang terlalu lama kering sehingga pada saat masuk ke proses sanding baker dapat terkelupas dikarenakan

Faktor	Analisis Penyebab	Keterangan
Mesin	Stainless dekok	mesin sanding yang memiliki suhu tinggi. Serta mengakibatkan carat uki dan renggang. Stainless press yang sudah terlalu lama akan menjadi dekok (tidak rata/bergelombang), sehingga dapat menyebabkan cacat uki dan renggang pada bahan yang dipress.
	Tekanan angin kurang	Tekanan angin standar yang dibutuhkan agar jig pada press menekan bahan dengan sempurna adalah dengan daya tekanan 4,5-6kg. tekanan angin yang tidak sesuai (>4.5kg) dapat menyebabkan baker yang tidak menempel rapat pada bahan sehingga memungkinkan terjadinya cacat renggang, gompal, uki dan benjol edge.
	Bantalan karet pada mesin press tidak elastis	Sudah terlalu lamanya bantalan karet pada stainless yang mengakibatkan karet tidak elastis, dikarenakan panasnya mesin press dapat menghilangkan tingkat elastisitas dari karet stainless. Sehingga ketika karet yang tidak elastis tersebut tetap digunakan maka menyebabkan melengkungnya bahan pada saat press sehingga terjadi cacat renggang pada saat proses press karena tekanan jig akan cenderung lebih keras pada satu sisi saja (atas) dibandingkan sisi lainnya (bawah).
	Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	Pada mesin press terdapat kabel tertutup selang berwarna orange yang bertujuan untuk menghantarkan panas dari elbartransformer ke meja meja press. Jika kepala kabel (Scun) yang tertutup jarang dibersihkan dapat menyebabkan suhu panas terkumpul dalam scun dan akan menggerogoti serabut tembaga yang terletak pada leher kabel. Ketika itu terjadi akan menyebabkan serabut terkikis dan putus sehingga panas yang dihantarkan pun mulai menurun intensitasnya dan menyebabkan hasil press yang tidak sempurna/cacat renggang maupun uki.
	Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	Setting ampere dari Elbartransformer yang tidak sesuai dapat menyebabkan mesin press yang kurang panas, sehingga hasil press dapat menjadi cacat.
	Cutter mesin Bench saw tidak tajam	Cutter mesin bench saw yang terlalu lama tidak diganti sampai ketajaman cutter berkurang, dapat menyebabkan cacat gompal dan grepes pada bahan.

Faktor	Analisis Penyebab	Keterangan
Manusia	Berkurangnya kinerja mesin edge former	Mulai berkurangnya kinerja pada mesin edge former dapat ditandai dengan pahat mesin yang using, getaran yang muncul serta suara yang lebih bising dari sebelumnya. Hal tersebut akan mengakibatkan sisa baker yang tidak terbang. Dan cacat renggang dan gompal pada saat proses nomi.
	Setting roll glue spreader tidak sesuai	Setting roll glue yang terlalu kecil dapat menyebabkan Lem yang melebur terlalu tipis pada baker menyebabkan baker tidak merekat pada bahan, sehingga bahan cacat renggang dan uki serta perlu diproses press ulang.
	Kurang paham proses kerja	Operator baru yang belum terlalu memahami dan hapal proses kerja dapat menyebabkan bahan yang diproses olehnya tidak sesuai dan cacat.
	Tidak mengikuti petunjuk kerja	Operator terkadang lupa proses kerja namun tidak melihat petunjuk kerja yang disediakan, atau operator yang sengaja tidak mengikuti petunjuk kerja yang ada dapat menyebabkan cacat pada bahan yang dikerjakan olehnya.
Metode	Kurang konsentrasi Jarang	Operator kurang konsentrasi/fokus pada saat bekerja dikarenakan berbagai hal seperti kelelahan, mengantuk dll. Sehingga menyebabkan ada proses yang terlewat, dan jika tidak fokus pada saat proses nomi (pahat) juga dapat menyebabkan kerusakan/cacat pada bahan seperti BK tekor dan ng (not good/tidak bisa dipakai).
	Kurang teliti	Jika posisi baker meleset dari bahan, yang dapat disebabkan oleh kurang telitinya operator pada saat melekatkan baker dapat menyebabkan bahan meleset dan tidak tertutup seluruhnya dengan baker sehingga menyebabkan cacat tekor/BK tekor dan ng (not good/tidak bisa dipakai).
Metode	Cara handling bahan salah	Pada saat mengambil bahan dari dalam rak untuk di proses terlalu terburu-buru atau pegangan yang tidak maksimal secara keseluruhan dapat menyebabkan cacat pada produk karena baker yang tersangkut atau bergesekan dengan bahan lain di rak. Terutama pada bahan/cabinet warna PM dan PW yang lebih beresiko tinggi untuk tergores sehingga biasanya terdapat busa hati sebagai alas pad arak cabinet tersebut
	Pengadukan lem tidak merata	Proses pelaburan campuran lem yang terburu-buru dapat mengakibatkan tidak rata

Faktor	Analisis Penyebab	Keterangan
Lingkungan	Lem terlalu lama terkena udara  Rak tidak sesuai dengan cabinet	campuran pada lem, dimana dapat menyebabkan lem yang tidak terlalu rekat ke bahan yang menyebabkan cacat uki dan renggang. Jika ember tempat lem terlalu lama terbuka dapat menyebabkan lem berkurang kekuatannya dan terkontaminasi dengan debu sehingga lem yang akan digunakan dapat menyebabkan bahan yang dipress mejadi cacat benjol edge, uki dan renggang dan lem yang sudah kotor tidak bisa digunakan kembali. Ketika jadwal produksi sedang meningkat atau banyak barang yang minus (kurang), biasanya menyebabkan kehabisan rak sehingga terkadang rak yang digunakan tidak sesuai dengan cabinet yang ada di dalam rak. Rak yang tidak sesuai tersebut dapat mengakibatkan bahan menjadi tersangkut ketika diambil untuk diproses dan akhirnya dapat menyebabkan bahan menjadi cacat gompal.

Setelah diketahui akar penyebab terjadinya *waste* yang paling dominan dengan menggunakan *fishbone diagram*, tahap berikutnya adalah melakukan konfirmasi terhadap akar penyebab yang telah dibuat. Tahap konfirmasi dilakukan dengan berdiskusi dengan kepala kelompok serta 3 operator divisi *Cabinet Case*.

## 2. *Failure Mode Effect Analysis (FMEA) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Berikut merupakan pembobotan untuk masing-masing nilai *severity* (S), *occurence* (O) dan *detection* (D) dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste Defect* untuk melakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang bertujuan menentukan prioritas perbaikan dalam analisis FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) dan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) melalui wawancara dengan kepala kelompok divisi *Cabinet Case*.

### a. *FMEA Waste Defect*

Pada *waste Defect* akan dilakukan pembobotan nilai *severity* (tingkat kejadian), *occurence* (tingkat keparahan) dan *detection* (tingkat deteksi) sehingga diperoleh nilai RPN pada masing-masing proses yang teridentifikasi menjadi penyebab terjadinya *waste Defect*. Berikut adalah tabel *severity* dari *waste Defect* yang teridentifikasi pada masing-masing penyebab:

Tabel 4. 28 Nilai *Severity Waste Defect*

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity	Keterangan
1	Material	Bahan tidak rata/bergelombang	8	Bahan yang dipotong mesin cutting sizer tidak rata dikarenakan seperti cutter yang sudah tidak tajam, sehingga menyebabkan sisi pinggir bahan (hasil potong) yang tidak rata. Dan pada saat masuk ke <i>Cabinet Case</i> , bahan tidak bisa di proses dan harus di ganti/ng (not good/tidak bisa dipakai).
		Bahan tidak siku	9	Proses pemotongan yang tidak membentuk siku pada sisi luar cabinet yang dapat disebabkan karena cutter yang dekok/tidak tajam, sehingga bahan yang dipotong tidak bersudut 90 derajat (seperti jajar genjang). Dan pada saat masuk ke <i>Cabinet Case</i> , bahan tidak bisa di proses (bahan ng) dan harus di ganti.
		Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	4	Terkadang baker yang dikirmkan oleh supplier tidak sesuai dengan bahan yang akan dipress, seperti terlalu kecil atau terlalu pendek. Sehingga perlu untuk diganti.
		Bahan yang tidak bersih	5	Terkadang kebersihan terhadap bahan yang dikirim oleh supplier tidak terlalu diperhatikan, atau ketika sampai di <i>Cabinet Case</i> namun terkena serbuk kayu/debu yang berada di lingkungan <i>Cabinet Case</i> . Sehingga dapat menyebabkan cacat benjol edge pada saat proses pengepresan karena baker tidak dapat merekat pada bahan.
		Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	5	Ketika terdapat baker yang masih tersisa dari proses nomi (nongol), kemudian akan di proses sanding dengan hand trimmer. Dapat menyebabkan cacat gompal pada produk karena sisa baker yang nongol tersebut dapat menarik baker yang seharusnya tidak terbuang di hand trimmer.
		Campuran lem tidak sesuai takaran	4	Lem perlu dicampurkan dengan hardener agar dapat cepat kering dan cepat menempel pada bahan yang dipress. Namun jika takaran pada saat pencampuran adukan dan komposisi tidak sesuai standard yang telah ditetapkan seperti hardener yang terlalu banyak, akan menyebabkan lem terlalu cepat kering sebelum diproses pada mesin press. Atau jika takaran lem yang terlalu banyak juga akan menyebabkan lem yang terlalu lama kering sehingga pada saat masuk ke proses sanding baker dapat terkelupas dikarenakan mesin sanding yang

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity	Keterangan
2	Mesin	Stainless dekok	6	memiliki suhu tinggi. Serta mengakibatkan cacat uki dan renggang. Stainless press yang sudah terlalu lama akan menjadi dekok (tidak rata/bergelombang), sehingga dapat menyebabkan cacat uki dan renggang pada bahan yang dipress.
		Tekanan angin kurang	9	Tekanan angin standar yang dibutuhkan agar jig pada press menekan bahan dengan sempurna adalah dengan daya tekanan 4,5-6kg. tekanan angin yang tidak sesuai (<4.5kg) dapat menyebabkan baker yang tidak menempel rapat pada bahan sehingga memungkinkan terjadinya cacat renggang, gompal, uki dan benjol edge.
		Bantalan karet stainless tidak elastis	8	Sudah terlalu lamanya bantalan karet pada stainless yang mengakibatkan karet tidak elastis, dikarenakan panasnya mesin press dapat menghilangkan tingkat elastisitas dari karet stainless. Sehingga ketika karet yang tidak elastis tersebut tetap digunakan maka menyebabkan melengkungnya bahan pada saat press sehingga terjadi cacat renggang pada saat proses press karena tekanan jig akan cenderung lebih keras pada satu sisi saja (atas) dibandingkan sisi lainnya (bawah).
		Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	5	Pada mesin press terdapat kabel tertutup selang berwarna orange yang bertujuan untuk menghantarkan panas dari elbartransformer ke meja press. Jika kepala kabel (Scun) yang tertutup jarang dibersihkan dapat menyebabkan suhu panas terkumpul dalam scun dan akan menggerogoti serabut tembaga yang terletak pada leher kabel. Ketika itu terjadi akan menyebabkan serabut terkikis dan putus sehingga panas yang dihantarkan pun mulai menurun intensitasnya dan menyebabkan hasil press yang tidak sempurna/cacat renggang maupun uki.
		Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	7	Setting ampere dari Elbartransformer yang tidak sesuai dapat menyebabkan mesin press yang kurang panas, sehingga hasil press dapat menjadi cacat.
		Cutter mesin Bench saw tidak tajam	4	Cutter mesin bench saw yang terlalu lama tidak diganti sampai ketajaman cutter berkurang, dapat menyebabkan cacat gompal dan grepes pada bahan.

<b>No</b>	<b>Mode of Failure</b>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Keterangan</b>
3	Manusia	Berkurangnya kinerja mesin edge former	4	Mulai berkurangnya kinerja pada mesin edge former dapat ditandai dengan pahat mesin yang using, getaran yang muncul serta suara yang lebih bising dari sebelumnya. Hal tersebut akan mengakibatkan sisa baker yang tidak terbuang. Dan cacat renggang dan gompal pada saat proses nomi.
		Setting roll glue spreader tidak sesuai	8	Setting roll glue yang terlalu kecil dapat menyebabkan Lem yang melebur terlalu tipis pada baker menyebabkan baker tidak merekat pada bahan, sehingga bahan cacat renggang dan uki serta perlu diproses press ulang.
		Kurang paham proses kerja	5	Operator baru yang belum terlalu memahami dan hapal proses kerja dapat menyebabkan bahan yang diproses olehnya tidak sesuai dan cacat.
		Tidak mengikuti petunjuk kerja	5	Operator terkadang lupa proses kerja namun tidak melihat petunjuk kerja yang disediakan, atau operator yang sengaja tidak mengikuti petunjuk kerja yang ada dapat menyebabkan cacat pada bahan yang dikerjakan olehnya.
		Kurang konsentrasi	6	Operator kurang konsentrasi/fokus pada saat bekerja dikarenakan berbagai hal seperti kelelahan, mengantuk dll. Sehingga menyebabkan ada proses yang terlewat, dan jika tidak fokus pada saat proses nomi (pahat) juga dapat menyebabkan kerusakan/cacat pada bahan seperti BK tekor dan ng (not good/tidak bisa dipakai).
4	Metode	Kurang teliti	6	Jika posisi baker meleset dari bahan, yang dapat disebabkan oleh kurang telitinya operator pada saat melekatkan baker dapat menyebabkan bahan meleset dan tidak tertutup seluruhnya dengan baker sehingga menyebabkan cacat tekor/BK tekor dan ng (not good/tidak bisa dipakai).
		Cara handling bahan salah	3	Pada saat mengambil bahan dari dalam rak untuk di proses terlalu terburu-buru atau pegangan yang tidak maksimal secara keseluruhan dapat menyebabkan cacat pada produk karena baker yang tersangkut atau bergesekan dengan bahan lain di rak. Terutama pada bahan/cabinet warna PM dan PW yang lebih beresiko tinggi untuk tergores sehingga biasanya terdapat busa hati sebagai alas pad arak cabinet tersebut
		Pengadukan lem tidak merata	8	Proses pelaburan campuran lem yang terburu-buru dapat mengakibatkan tidak ratanya campuran pada lem, dimana dapat menyebabkan lem yang tidak

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity	Keterangan
5	Lingkungan	Lem terlalu lama terkena udara	6	terlalu rekat ke bahan yang menyebabkan cacat uki dan renggang. Jika ember tempat lem terlalu lama terbuka dapat menyebabkan lem berkurang kekuatannya dan terkontaminasi dengan debu sehingga lem yang akan digunakan dapat menyebabkan bahan yang dipress menjadi cacat benjol edge, uki dan renggang dan lem yang sudah kotor tidak bisa digunakan kembali.
		Rak tidak sesuai dengan kabinet	8	Ketika jadwal produksi sedang meningkat atau banyak barang yang minus (kurang), biasanya menyebabkan kehabisan rak sehingga terkadang rak yang digunakan tidak sesuai dengan cabinet yang ada di dalam rak. Rak yang tidak sesuai tersebut dapat mengakibatkan bahan menjadi tersangkut ketika diambil untuk diproses dan akhirnya dapat menyebabkan bahan menjadi cacat gompal.

Berikut ini tabel *occurrence* dari *waste defect* yang teridentifikasi pada masing-masing penyebab:

Tabel 4.29 Nilai *Occurrence Waste Defect*

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Occurrence	Keterangan
1	Material	Bahan tidak rata/bergelombang	5	2 per 1000 item (sedang)
		Bahan tidak siku	5	2 per 1000 item (sedang)
		Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	7	10 per 1000 item (tinggi)
		Bahan yang tidak bersih	7	10 per 1000 item (tinggi)
		Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	7	10 per 1000 item (tinggi)
		Campuran lem tidak sesuai takaran	7	10 per 1000 item (tinggi)
2	Mesin	Stainless dekok	6	5 per 1000 item (sedang)
		Tekanan angin kurang	4	1 per 1000 item (rendah)
		Bantalan karet pada mesin press tidak elastis	3	0,5 per 1000 item (rendah)
		Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	4	1 per 1000 item (rendah)
		Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	4	1 per 1000 item (rendah)



No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Occurrence	Keterangan
		Cutter mesin Bench saw tidak tajam	5	2 per 1000 item (sedang)
		Berkurangnya kinerja mesin edge former	4	1 per 1000 item (rendah)
		Setting roll glue spreader tidak sesuai	5	2 per 1000 item (sedang)
3	Manusia	Kurang paham proses kerja	7	10 per 1000 item (tinggi)
		Tidak mengikuti petunjuk kerja	7	10 per 1000 item (tinggi)
		Kurang konsentrasi	6	5 per 1000 item (sedang)
		Kurang teliti	6	5 per 1000 item (sedang)
4	Metode	Cara handling bahan salah	5	2 per 1000 item (sedang)
		Pengadukan lem tidak merata	3	0,5 per 1000 item (rendah)
5	Lingkungan	Lem terlalu lama terkena udara	3	0,5 per 1000 item (rendah)
		Rak tidak sesuai dengan cabinet	7	10 per 1000 item (tinggi)

Selanjutnya, berikut ini tabel *detection* dari *waste defect* yang teridentifikasi pada masing-masing penyebab:

Tabel 4. 30 Nilai *Detection Waste Defect*

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Detection	Keterangan
1	Material	Bahan tidak rata/bergelombang	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Bahan tidak siku	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab kemungkinan
		Bahan yang tidak bersih	6	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	5	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Detection	Keterangan
		Campuran lem tidak sesuai takaran	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
2	Mesin	Stainless dekok	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Tekanan angin kurang	5	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Bantalan karet pada mesin press tidak elastis	3	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
		Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	5	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	7	Kemungkinan penyebab terjadinya masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Masih berulang kembali
		Cutter mesin Bench saw tidak tajam	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Berkurangnya kinerja mesin edge former	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
3	Manusia	Setting roll glue spreader tidak sesuai	2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
		Kurang paham proses kerja	6	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Tidak mengikuti petunjuk kerja	7	Kemungkinan penyebab terjadinya masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Masih berulang kembali
		Kurang konsentrasi	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Kurang teliti	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Detection	Keterangan
4	Metode	Cara handling bahan salah	7	Kemungkinan penyebab terjadinya masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Masih berulang kembali
		Pengadukan lem tidak merata	5	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
5	Lingkungan	Lem terlalu lama terkena udara	4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
		Rak tidak sesuai dengan kabinet	6	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat sedang. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.

Setelah diperoleh nilai dari *severity*, *occurrence* dan *detection* pada masing-masing penyebab, maka langkah selanjutnya mengalikan ketiga nilai tersebut agar didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Nilai RPN digunakan untuk memberi peringkat kegagalan proses potensial yang dijabarkan pada tabel 4.31 dibawah ini:

Tabel 4.31 Perhitungan Nilai RPN *Waste Defect*

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity	Nilai Occurrence	Nilai Detection	RPN
1	Material	Bahan tidak rata/bergelombang	8	5	4	160
		Bahan tidak siku	9	5	4	180
		Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	4	7	1	28
		Bahan yang tidak bersih	5	7	6	210
		Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	5	7	5	175
		Campuran lem tidak sesuai takaran	4	7	4	112
2	Mesin	Stainless dekok	6	6	4	144
		Tekanan angin kurang	9	4	5	180
		Bantalan karet stainless tidak elastis	8	3	3	72

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity	Nilai Occurrence	Nilai Detection	RPN
		Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	5	4	5	100
		Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	7	4	7	196
		Cutter mesin Bench saw tidak tajam	4	5	4	80
		Berkurangnya kinerja mesin edge former	4	4	4	64
3	Manusia	Setting roll glue spreader tidak sesuai	8	5	2	80
		Kurang paham proses kerja	5	7	6	210
		Tidak mengikuti petunjuk kerja	5	7	7	245
		Kurang konsentrasi	6	6	4	144
4	Metode	Kurang teliti	6	6	4	144
		Cara handling bahan salah	3	5	7	105
5	Lingkungan	Pengadukan lem tidak merata	8	3	5	120
		Lem terlalu lama terkena udara	6	3	4	72
		Rak tidak sesuai dengan kabinet	8	7	6	336

Berdasarkan hasil perkalian antara *severity*, *occurrence* dan *detection* diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu *Mode of Failure* lingkungan potential pada failure mode rak tidak sesuai dengan cabinet dengan nilai RPN sebesar 336.

#### b. AHP Waste Defect

Kelemahan FMEA yaitu kemungkinan mendapatkan hasil nilai RPN yang sama namun dengan tujuan berbeda. Sehingga perlu diintegrasikan dengan tahap AHP karena tahap FMEA saja, tidak memperhatikan bobot kepentingan dari nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Oleh karena itu dalam menentukan penyebab mana yang menjadi prioritas, akan

lebih tepat apabila perhitungannya diberi bobot kepentingan masing-masing sebelum dikalikan dengan nilai setiap faktor *severity*, *occurence* dan *detection*. Berikut ini merupakan hasil dari pembobotan AHP yang diberikan oleh expert judgement:

1. Faktor *severity* mutlak lebih penting dari pada faktor *occurence* (9)
2. Faktor *severity* lebih penting dari pada faktor *detection* (5)
3. Faktor *detection* sedikit lebih penting dari pada faktor *occurrence* (3)

Dari hasil pembobotan AHP *expert judgement* di atas, maka perbandingan antar kriteria yang diperoleh pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 32 Perbandingan Antar Kriteria *Waste Defect*

<b>Kriteria</b>	<b><i>Severity</i></b>	<b><i>Occurence</i></b>	<b><i>Detection</i></b>
<i>Severity</i>	1	9	5.0
<i>Occurence</i>	0.1	1	0.3
<i>Detection</i>	0.2	3	1
<b>Total</b>	<b>1.31</b>	<b>13</b>	<b>6.33</b>

Selanjutnya agar dapat menemukan bobot yang diinginkan, maka langkah-langkah yang harus didapat yaitu:

a. Menghitung nilai *Priority Weight*

Nilai ini didapatkan dari membagi setiap nilai sel dengan jumlah setiap kolom yang berkesesuaian, kemudian menjumlahkan data di tiap baris dari ketiga kriteria yang selanjutnya dirata-ratakan. Nilai rata-rata yang didapat akan menunjukkan nilai *priority weight* untuk setiap baris yang bersangkutan. Dibawah ini merupakan hasil dari perhitungan nilai *priority weight*:

Tabel 4. 33 Perhitungan Nilai *Priority Weight Waste Defect*

<b>Kriteria</b>	<b><i>Severity</i></b>	<b><i>Occurence</i></b>	<b><i>Detection</i></b>	<b><i>Total Weight Matrix</i></b>	<b><i>Eugen Vector</i></b>
<i>Severity</i>	0.76	0.69	0.79	2.24	0.75
<i>Occurence</i>	0.08	0.08	0.05	0.21	0.07
<i>Detection</i>	0.15	0.23	0.16	0.54	0.18
<i>Total</i>	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

b. Menghitung nilai *Consistency Ratio*

1. Mengalikan matriks pembobotan AHP dengan nilai *eugen vector* baris yang bersangkutan:

$$\begin{bmatrix} 1 & 9 & 5 \\ 0.1 & 1 & 0.3 \\ 0.2 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.07 \\ 0.18 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.293 \\ 0.215 \\ 0.544 \end{bmatrix}$$

2. Kemudian membagi hasil dari perhitungan diatas dengan nilai *eugen vector*.

$$Severity = \frac{2.293}{0.75} = 3.065$$

$$Occurrence = \frac{0.225}{0.07} = 3.006$$

$$Detection = \frac{0.544}{0.18} = 3.017$$

3. Menghitung nilai  $\lambda$  maksimal.

$$\lambda \text{ maks} = \frac{3.065+3.006+3.017}{3} = 3.0293$$

4. Menghitung nilai Indeks Konsistensi (CI)

$$CI = \frac{\lambda \text{ maks} - n}{n-1} = \frac{3.0293-3}{3-1} = 0.015$$

5. Menetapkan nilai Indeks Random (RI)

Menetapkan nilai IR berdasarkan jumlah n yang telah ditentukan, dan pada penelitian ini diketahui n sejumlah 3 yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection* maka nilai IR adalah 0.58.

6. Menghitung *Consistency Ratio* (CR)

$$CR = \frac{CI}{IR} = \frac{0.015}{0.58} = 0.025$$

Tabel 4. 34 Nilai *Consistency Ratio Waste Defect*

Kriteria	Perkalian matriks	<i>Eugen Value</i>	$\lambda$ maks	CI	IR	CR
<i>Severity</i>	2.293	3.07				
<i>Occurence</i>	0.215	3.01	3.03	0.01	0.58	0.03
<i>Detection</i>	0.544	3.02				
<i>Total</i>	3.052	9.09				

Berdasarkan nilai CR diatas yaitu sebesar 0.025, maka pembobotan AHP *waste defect* untuk uji konsistensi pada pembobotan tersebut dapat dikatakan konsisten karena nilai  $CR < 0.1$ .

c. **FMEA AHP waste Defect**

Perhitungan FMEA AHP akan ditampilkan pada tabel dibawah ini:

$$RPN = (Ws \times s) + (Wo \times o) + (Wd \times d)$$

Tabel 4. 35 Perhitungan Nilai RPN FMEA AHP Waste Defect

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity (0.75)	Nilai Occurrence (0.07)	Nilai Detection (0.18)	RPN
1	Material	Bahan tidak rata/bergelombang	5.99	0.36	0.72	1.54
		Bahan tidak siku	6.73	0.36	0.72	1.74
		Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	2.99	0.50	0.18	0.27
		Bahan yang tidak bersih	3.74	0.50	1.08	2.02
		Masih terdapat sisa baker pada bahan	3.74	0.50	0.90	1.69

<b>No</b>	<b>Mode of Failure</b>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Nilai Severity (0.75)</b>	<b>Nilai Occurrence (0.07)</b>	<b>Nilai Detection (0.18)</b>	<b>RPN</b>
		Campuran lem tidak sesuai takaran	2.99	0.50	0.72	1.08
2	Mesin	Stainless dekok	4.49	0.43	0.72	1.39
		Tekanan angin kurang	6.73	0.29	0.90	1.74
		Bantalan stainless elastis karet tidak	5.99	0.21	0.54	0.69
		Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	3.74	0.29	0.90	0.96
		Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	5.24	0.29	1.26	1.89
		Cutter mesin Bench saw tidak tajam	2.99	0.36	0.72	0.77



<b>No</b>	<b>Mode of Failure</b>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Nilai Severity (0.75)</b>	<b>Nilai Occurrence (0.07)</b>	<b>Nilai Detection (0.18)</b>	<b>RPN</b>
		Berkurangnya kinerja mesin edge former	2.99	0.29	0.72	0.62
		Setting roll glue spreader tidak sesuai	5.99	0.36	0.36	0.77
3	Manusia	Kurang paham proses kerja	3.74	0.50	1.08	2.02
		Tidak mengikuti petunjuk kerja	3.74	0.50	1.26	2.36
		Kurang konsentrasi	4.49	0.43	0.72	1.39
		Kurang teliti	4.49	0.43	0.72	1.39
4	Metode	Cara handling bahan salah	2.24	0.36	1.26	1.01
		Pengadukan lem tidak merata	5.99	0.21	0.90	1.16
5	Lingkungan	Lem terlalu lama terkena udara	4.49	0.21	0.72	0.69

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	Nilai Severity (0.75)	Nilai Occurrence (0.07)	Nilai Detection (0.18)	RPN
		Rak tidak sesuai dengan kabinet	5.99	0.50	1.08	3.24

Dibawah ini merupakan perbandingan antara nilai RPN FMEA dengan RPN FMEA AHP.

Tabel 4.36 Perbandingan antara RPN FMEA dengan RPN FMEA AHP *Waste Defect*

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	RPN FMEA	RPN AHP	Rank
1	Material	Bahan tidak rata/bergelombang	160	1.54	9
		Bahan tidak siku	180	1.74	6
		Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	28	0.27	22
		Bahan yang tidak bersih	210	2.02	3
		Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	175	1.69	8
		Campuran lem tidak sesuai takaran	112	1.08	14
		2	Mesin	Stainless dekok	144
Tekanan angin kurang	180			1.74	7
Bantalan karet stainless tidak elastis	72			0.69	19
Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	100			0.96	16
Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	196			1.89	5
Cutter mesin Bench saw tidak tajam	80			0.77	17
		Berkurangnya kinerja mesin edge former	64	0.62	21

No	Mode of Failure	Potential Failure Mode	RPN FMEA	RPN AHP	Rank
		Setting roll glue spreader tidak sesuai	80	0.77	18
3	Manusia	Kurang paham proses kerja	210	2.02	4
		Tidak mengikuti petunjuk kerja	245	2.36	2
		Kurang konsentrasi	144	1.39	11
		Kurang teliti	144	1.39	12
4	Metode	Cara handling bahan salah	105	1.01	15
		Pengadukan lem tidak merata	120	1.16	13
5	Lingkungan	Lem terlalu lama terkena udara	72	0.69	20
		Rak tidak sesuai dengan kabinet	336	3.24	1

Berdasarkan pada tabel perbandingan antara nilai RPN FMEA dan RPN FMEA AHP pada tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa *Potential Failure Mode* rak tidak sesuai dengan kabinet dari *Mode of Failure* lingkungan yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu dengan RPN FMEA sebesar 336 dan nilai RPN FMEA AHP 3.24 yang mendapat peringkat 1.

#### 4.2.6 Improve

Nilai RPN pada tahap *analyze* yang didapatkan pada proses sebelumnya kemudian akan diurutkan dari nilai RPN tertinggi hingga terendah sehingga dapat menunjukkan bagaimana prioritas perbaikan dari jenis kegagalan yang dilakukan. Berikut ini merupakan usulan perbaikan berdasarkan urutan prioritas perbaikan dari nilai RPN FMEA AHP pada *waste defect*.

Tabel 4.37 Usulan Perbaikan *Waste Defect*

Potential Failure Mode	Potential Cause(s) of Mode	RPN FMEA AHP	Usulan Perbaikan
Rak tidak sesuai dengan kabinet	Produksi yang meningkat menyebabkan rak yang tidak mencukupi hasil produksi sehingga terdapat	3.24	Penambahan unit rak Penambahan unit rak terkhususnya pada saat produksi sedang meningkat.

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause(s) of Mode</i>	<b>RPN FMEA AHP</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
	cabinet/bahan yang tidak sesuai dengan rak atau dipaksakan agar muat		Diusulkan rak tersebut dapat dibongkar pasang. Sehingga ketika produksi menurun rak dapat disimpan. Dan rak diberi identitas seperti nama divisi dan bahan yang diangkut. Identitas nama bahan sudah terlaksana, namun masih terdapat rak-rak yang tidak memiliki identitas rak Kepala kelompok/foreman perlu bekerja sama secara berkala dalam melakukan pengecekan terhadap operator yang sedang bekerja. Dengan penjadwalan yang ditetapkan maupun lewat diskusi, agar karyawan mengikuti aturan secara konsisten. Serta memberikan punishment kepada operator yang sengaja tidak mengikuti petunjuk kerja yang berlaku. Teguran dapat dilakukan dengan tahapan yaitu tahap 1 berupa teguran 1 (teguran yang dilakukan oleh kepala kelompok), tahap 2 berupa teguran 2 (teguran dilakukan oleh kepala kelompok) dan dilaporkan ke foreman dan dapat teguran dari foreman, terakhir yaitu tahap 3 teguran 3 dan punishment (teguran yang dilakukan oleh kepala kelompok dan manajer serta pemberian surat peringatan dengan batas maksimal 3 surat peringatan), Operator perlu diberikan training/pemahaman mengenai kesadaran akan kualitas barang/material yang dihasilkan. Serta kepala
Tidak mengikuti petunjuk kerja	Operator yang lupa atau dengan sengaja tidak mengikuti standard petunjuk kerja yang sudah ditentukan perusahaan	2.36	
Bahan yang tidak bersih	Tingginya intensitas debu dan serbuk kayu dapat menyebabkan bahan work in process terkena debu dan serbuk kayu sehingga kotor.	2.02	

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause(s) of Mode</i>	<b>RPN FMEA AHP</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
	Serta kurang telatennya karyawan dalam mengecek kesiapan bahan sebelum dipress menyebabkan debu maupun kotoran yanag terkadang menempel dibahan terabaikan.		kelompok harus lebih telaten dalam mengamati pekerjaan tiap operator agar bahan yang terkena debu/serbuk kayu selalu dibersihkan dahulu sebelum diproses.
Kurang paham proses kerja	Operator baru yang masih kurang informasi dan praktek pengerjaan bahan, menyebabkan kurangnya pemahaman terhadap proses kerja.	2.02	Operator baru cenderung membutuhkan waktu yang lama dalam mempelajari dan memahami proses kerja pada suatu perusahaan, sehingga perlu bagi perusahaan untuk memberikan waktu yang lebih lama lagi dalam memberikan praktek kerja pada saat on the job training. Ketika hasil dari praktek tersebut dinilai sudah mampu untuk diturunkan ke lantai produksi maka baru diberikan ke kepala kelompok pada tiap divisi. Namun masih perlu dilakukan pelatihan lagi mengenai pekerjaan yang dilakukan (proses produksi) untuk bahan bahan yang berbeda dengan pengawasan penuh. Serta perlu juga untuk memberikan training mengenai pemahaman akan pentingnya kesadaran kualitas pada barang/material yang dihasilkan.
Setting mesin press (Elbartransformer) tidak sesuai	Setting ampere dari Elbartransformer yang tidak sesuai dapat menyebabkan mesin press yang kurang panas	1.89	Setting Elbartrans perlu dipatenkan sistemnya oleh pihak maintenance agar operator tidak dapat mengubah settingnya senddiri sehingga tidak sesuai dengan ketetapan.
Bahan tidak siku	Proses pemotongan yang tidak membentuk siku pada sisi luar cabinet yang dapat disebabkan karena cutter	1.74	Pengecekan secara langsung bahan di divisi pada proses sebelumnya agar, bahan yang sudah masuk ke divisi <i>Cabinet</i>

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause(s) of Mode</i>	<b>RPN FMEA AHP</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
Tekanan angin kurang	yang dekok/tidak tajam, sehingga bahan yang dipotong tidak bersudut 90 derajat (seperti jajar genjang) Tekanan angin dapat berkurang disebabkan kompresor yang eror sehingga tekanan angin berkurang menjadi <4.5.	1.74	<i>Case</i> terhindar dari bahan yang tidak bisa dipakai seperti bahan tidak siku.  Pihak maintenance perlu bekerja sama dan cepat tanggap pada keadaan-keadaan yang tidak sesuai standar seperti tekanan angin. Cepat tanggap dan langsung melaporkan jika terjadi sedikit perbedaan pada mesin yang digunakan seperti edge former agar dapat segera ditindak lanjuti dan pengerjaan bahan tidak menjadi terhambat ataupun cacat.
Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan	Adanya sisa baker yang nongol pada bahan disebabkan proses nomi (pahat) tidak sempurna sehingga meninggalkan sisa.	1.69	Dan operator penting untuk melakukan pengecekan hasil nomi (pahat) secara keseluruhan dan teliti agar bahan yang diproses selanjutnya dapat berjalan lancar
Bahan tidak rata/bergelombang	Bahan yang dipotong mesin cutting sizer tidak rata dikarenakan seperti cutter yang sudah tidak tajam, sehingga menyebabkan sisi pinggir bahan (hasil potong) yang tidak rata.	1.54	Pengecekan secara langsung bahan di divisi pada proses sebelumnya agar, bahan yang sudah masuk ke divisi <i>Cabinet Case</i> terhindar dari bahan yang tidak bisa dipakai seperti bahan tidak rata/bergelombang.
Stainless dekok	Stainless press yang sudah terlalu lama dan tidak diganti dengan yang baru akan menjadi dekok (tidak rata/bergelombang)	1.39	Melakukan pengecekan berkala secara rutin sesuai jadwal sangat diperlukan agar mesin selalu siap pakai dan tidak menjadi penyebab barang cacat.
Kurang konsentrasi	Operator kurang konsentrasi/fokus pada saat bekerja dikarenakan berbagai hal seperti kelelahan, mengantuk dll.	1.39	Kepala kelompok/foreman perlu bekerja sama secara berkala dalam melakukan pengecekan terhadap operator yang sedang bekerja. Dengan

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause(s) of Mode</i>	<b>RPN FMEA AHP</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
Kurang teliti	Operator kurang teliti pada saat bekerja dikarenakan berbagai hal seperti terburu-buru, kelelahan dll.	1.39	penjadwalan yang ditetapkan maupun lewat diskusi, agar karyawan menjadi merasa diperhatikan dan fokus dalam bekerja. Kepala kelompok/foreman perlu bekerja sama secara berkala dalam melakukan pengecekan terhadap operator yang sedang bekerja. Dengan penjadwalan yang ditetapkan maupun lewat diskusi, agar karyawan menjadi merasa diperhatikan dan fokus dalam bekerja. Serta memberikan punishment (berupa teguran dll) kepada operator yang memberikan cabinet/bahan cacat.
Pengadukan lem tidak merata	Proses pelaburan campuran lem yang terburu-buru dan tidak teliti dapat mengakibatkan tidak ratanya campuran pada lem	1.16	Operator perlu diberikan pemahaman tentang bagaimana lem yang telah lebur sempurna baik berapa lama yang dibutuhkan, pola aduk yang pas serta bagaimana warna lem jika sudah lebur sempurna.
Campuran lem tidak sesuai takaran	Terlalu banyak atau terlalu sedikit campuran lem (hardener/lem) disebabkan operator yang tidak mengikuti petunjuk pengisian yang sudah disediakan disetiap divisi yang memiliki proses pengeleman	1.08	Penyediaan alat takaran yang lengkap (timbangan, gelas takar, adukan, petunjuk takaran) pada tiap proses press per tiap 4/3 mesin press yang ada.
Cara handling bahan salah	Pada saat mengambil bahan dari dalam rak untuk di proses tidak sesuai petunjuk kerja seperti terlalu terburu-buru atau pegangan yang tidak maksimal secara keseluruhan.	1.01	Pemberian informasi dan praktek secara langsung bagaimana handling yang benar. Handling yang sesuai petunjuk kerja yaitu dengan mengangkat sedikit bahan/kabinet kemudian baru ditarik dan diangkat lagi untuk

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause(s) of Mode</i>	<b>RPN FMEA AHP</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)	Pada mesin press terdapat kabel tertutup selang berwarna orange yang bertujuan untuk menghantarkan panas dari elbartransformer ke meja meja press. Jika kepala kabel (Scun) yang tertutup jarang dibersihkan dapat menyebabkan suhu panas terkumpul dalam scun dan akan menggerogoti serabut tembaga yang terletak pada leher kabel. Ketika itu terjadi akan menyebabkan serabut terkikis dan putus sehingga panas yang dihantarkan pun mulai menurun intensitasnya	0.96	dipindahkan ke mesin/proses selanjutnya. Serta selanjutnya kepala kelompok diharuskan memantau dan mengevaluasi operator.  Pengecekan secara berkala tiap selesai bekerja serta pembersihan mesin secara keseluruhan di pada tiap minggunya baik oleh maintenance maupun operator jika sudah mengerti.
Cutter mesin Bench saw tidak tajam	Cutter mesin bench saw yang terlalu lama tidak diganti sampai ketajaman cutternya berkurang.	0.77	Selalu melakukan pengecekan terhadap cutter mesin sebelum digunakan, tidak menggunakannya jika dirasa mulai tumpul serta langsung meminta ganti kepada penanggungjawab mesin dan alat.
Setting roll glue spreader tidak sesuai	Setting roll glue yang terlalu kecil dikarenakan operator yang tidak menyesuaikannya dengan standard yang ada.	0.77	Tidak merubah-ubah setting glue spreader yang sudah ditetapkan. Dan sebelum bekerja tiap mesin yang akan digunakan harus selalu dicek secara rutin dan konsisten.
Bantalan karet stainless tidak elastis	Sudah terlalu lamanya bantalan karet pada stainless yang mengakibatkan karet tidak elastis, dikarenakan panasnya mesin press dapat	0.69	Selalu mengganti bantalan/karet stainless press sesuai jadwal (3bulan 1kali). Meskipun masih terlihat masih bisa digunakan.



<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause(s) of Mode</i>	<b>RPN FMEA AHP</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
	menghilangkan tingkat elastisitas dari karet stainless.		
Lem terlalu lama terkena udara	Jika ember/wadah tempat lem terlalu lama terbuka dapat menyebabkan lem berkurang kekuatan rekatnya dan terkontaminasi dengan debu	0.69	Mengganti ember yang ada saat ini dengan ember dengan desain yang covernya melekat pada ember. Serta tidak berlebihan saat mengambil lem, disesuaikan dengan bahan yang akan dikerjakan (1 rak pertama). Pengecekan secara berkala perlu dilakukan rutin dan konsisten baik oleh maintenance maupun operator. Dan ketika ditemukan sedikit permasalahan ataupun perbedaan dari mesin, operator perlu melaporkan secara langsung kepada maintenance serta kepala kelompok. Dan saat perlu diganti, maka kepala kelompok perlu terus-menerus menanyakan dan menagih kepada maintenance.
Berkurangnya kinerja mesin edge former	Mulai berkurangnya kinerja pada mesin edge former karena sudah terlalu lama dan pemantauan oleh maintenance yang tidak rutin.	0.62	
Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai	Informasi yang tidak akurat dan tidak adanya pengecekan ulang terhadap slip permintaan menyebabkan terkadang baker yang dikirim supplier tidak sesuai dengan kebutuhan produksi <i>Cabinet Case</i> .	0.27	Pengecekan secara langsung bahan di divisi pada proses sebelumnya agar, bahan yang sudah masuk ke divisi <i>Cabinet Case</i> terhindar dari bahan yang tidak bisa dipakai seperti baker yang salah/tidak sesuai.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 *Waste Assessment Model (WAM)*

Proses pengidentifikasian *waste* telah dilakukan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model (WAM)* yang terdiri dari 3 tahapan yaitu *Seven Waste Relationship (SWR)*, *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*. Kuesioner *Waste Assessment Model (WAM)* diberikan kepada 3 responden yang mengetahui secara detail mengenai perusahaan yaitu 2 foreman departemen produksi *Wood Working* dan 1 kepala kelompok divisi *Cabinet Case*. Hasil dari ketiga responden tersebut dirata-ratakan dan menghasilkan peringkat *waste* yang terjadi secara berurutan dari persentase terbesar sampai persentase terkecil yaitu *Defect* sebesar 22.78%, *inventory* sebesar 22.16%, *overproduction* sebesar 17.08%, *motion* sebesar 12.05%, *waiting* sebesar 10.6%, *process* sebesar 8.33% dan *transportation* sebesar 7%. Peneliti mengambil peringkat pertama dari *waste* terbesar untuk kemudian dianalisis yaitu *Defect*. *waste* tersebut akan sangat merugikan baik bagi perusahaan maupun bagi *customer* karena harus menanggung biaya untuk produksi karena terjadi cacat, peningkatan biaya simpan dan ketidakproduktifan pada operator. Akitivas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*) sudah seharusnya diminimumkan atau bahkan sangat perlu untuk dihilangkan. Dengan meminimasi *waste*, proses produksi kabinet panel pada divisi *Cabinet Case* menjadi lebih cepat dan lancar sehingga tidak terjadi keterlambatan barang ke proses selanjutnya yang menyebabkan lead time yang panjang dan piano tidak dapat di rakit sesuai jadwal selain itu perusahaan juga mampu bertahan dalam persaingan atau bahkan dapat meningkatkan keuntungan. PT Yamaha Indonesia pada saat ini sedang berusaha untuk mencapai target produksi, menaikkan kapasitas dan mengurangi barang cacat sebanyak 50% dari jumlah sebelumnya.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* di atas, maka didapatkan *output* yang dihasilkan yaitu *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *Defect* sebesar 22.78%.

## 5.2 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC digunakan sebagai alat pengidentifikasi semua elemen yang terdapat pada sebuah proses mulai dari supplier hingga customer dalam suatu perusahaan. Diagram SIPOC yang telah dibuat menggambarkan bahwa supplier cabinet yang akan diproses pada *Cabinet Case* yaitu Mesin NC, Mesin UP dan *Cutting Sizer* yang merupakan proses awal dari bahan mentah berjenis MDF dan *particle board*, yang dikirimkan ke *Cabinet Case* dalam bentuk bahan/kabinet siap press sisi bagian samping saja.

Pada Proses Produksi di *Cabinet Case* terdapat beberapa kali tahapan yang diawali dengan pengepresan pada mesin *Rotary Press* ke-1 atau *Rotary Press* Panjang. Pada awal proses press ini pengecekan dilakukan oleh satu operator penanggungjawab mesin, yang mana pengecekan dilakukan pada baker (pelapis) yang telah disiapkan dan juga kabinet/material yang akan di press. Pekerjaan yang dilakukan pada proses ini diantaranya yaitu mengambil kabinet/material yang kemudian diletakkan pada meja mesin rotary, mengambil B/K (baker) sheet dan masukkan ke glue spreader untuk melapisi dengan lem, menempelkan baker (pelapis) pada kabinet/material, menekan tombol on ulir (mesin press), kemudian memutar meja *rotary* ke meja *rotary* selanjutnya untuk diisikan kabinet/material lain, selanjutnya meja akan dipanaskan oleh *elbantransformer* (kotak mesin yang akan mengatur suhu mesin *rotary*) selama 2 menit dimana dibutuhkan waktu sekitar 4 menit (dua kali putar meja *rotary*) agar lem rata dan merekat pada bahan yang kemudian akan didinginkan ketika sudah putar ke 3, setelah selama 2 menit maka meja akan memutar lagi putar ke 4 sehingga meja akan berada di posisi awal yaitu didepan pandangan operator. Setelah itu jig (cetakan untuk proses press) mesin press akan dibuka dan bahan selesai di press akan disusun kedalam rak yang disediakan untuk diproses ke tahapan selanjutnya. kabinet/material yang sudah melewati proses press harus dilakukan pembersihan terhadap baker/pelapis yang tersisa di pinggir cabinet. Proses ini menggunakan mesin *edge former* yang dioperasikan oleh satu orang operator. Kemudian cabinet akan masuk ke proses *press* yang kedua pada mesin *Rotary Press* pendek dengan proses sama persis yang dilakukan pada proses press pertama. Hanya saja pada proses ini sisi yang dipress dengan baker adalah sisi pendek dari kabinet/material panel. Proses yang ke empat merupakan proses pada mesin *edge former* yang juga sama prosesnya dengan *edge former* yang dilakukan pada tahap ke dua, proses ini sama-sama melakukan pembersihan dan merapikan sisi pinggir bahan yang kelebihan baker. Proses selanjutnya merupakan proses *hand trimmer*,

proses ini berguna untuk menghilangkan siku runcing pada bahan/cabinet yang melewati proses *edge former* sebelum akhirnya dikirimkan ke proses selanjutnya. Untuk kabinet/material pada piano *UP-Right top frame* model B1, setelah melalui proses *hand trimer* bahan yang tidak tertutup akan di cat menggunakan *aqua proof* sebelum dikirimkan ke *customer* (proses selanjutnya). Kemudian pada kabinet/material *Top Board Front* dan *Top Board Rear* sebelum memasuki proses *hand trimmer*, kabinet perlu di lakukan proses coak di mesin *bench saw*. *Output* dari divisi ini kemudian akan dikirimkan ke divisi mesin UP, mesin NC untuk kabinet *Top Frame Side RL* dan jika sudah tidak perlu maka akan langsung masuk ke divisi *QC Wood Working* sebelum cabinet di persiapkan untuk menjadi piano *UP-Right* jadi.

### 5.3 Define

*Define* merupakan merupakan langkah awal dalam tahapan *Six Sigma*. Pada tahap ini dapat dilihat pembahasan pengidentifikasian dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste Defect*. Berdasarkan diagram pareto yang dibuat, berikut ini merupakan jenis-jenis cacat terbanyak pada periode Oktober 2017-Mei 2018 yaitu :

- a. Renggang (proses), merupakan jenis cacat yang terjadi ketika baker tidak merekat sempurna pada ujung ujung cabinet sehingga mudah lepas dan terjadi renggang. Dimana renggang ini terjadi ketika proses pengeleman pada mesin rotary press.
- b. Uki (proses), merupakan jenis cacat yang terjadi sama dengan cacat renggang hanya saja berbeda letak dari renggang tersebut. untuk cacat Uki ini, renggang pada baker terletak di tengah-tengah bahan yang dapat diketahui ketika dilakukan pengecekan dengan cara menggetok bahan dengan tangan. Ketika terdengar bunyi nyaring, itu berarti terdapat Uki pada bahan tersebut.
- c. Gompal (proses), merupakan jenis cacat yang terjadi ketika baker pecah yang biasanya diawali oleh cacat renggang atau uki pada bahan.
- d. BK tekor/NG/grepes, merupakan jenis cacat dikarenakan kondisi baker yang tidak sesuai dengan bahan atau posisi baker kelewatan/tidak pas di tengah-tengah cabinet sehingga bahan tidak tertutupi sempurna oleh baker.
- e. Belum di R/R kebesaran, merupakan jenis cacat yang disebabkan bahan yang terlewat proses hand trimmernya sehingga sisi siku bahan masih runcing dan tajam. Cacat R

kebesaran, merupakan kondisi dimana proses hand trimmer terlalu sering sehingga menyebabkan ujung bahan yang runcing terlalu banyak terkikis oleh alat hand trimmer.

- f. Benjol Edge, merupakan jenis cacat pada kondisi bahan yang sudah diberi pelapis namun pelapis tersebut tidak melekat sempurna pada bahan sehingga terdapat gelembung di tengah-tengah.

## 5.4 Measure

Tahap *measure* merupakan langkah kedua dalam tahapan *Six Sigma*. Pada tahap ini dapat dilihat pembahasan pengukuran dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste Defect*.

### 5.4.1 Measure Waste Defect

#### a. U Chart

Peta kendali control memiliki nilai tengah yang merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkontrol dan sepasang batas kendali (*control limit*) yaitu batas kendali atas (*Upper Control Limits*) yang biasanya dinotasikan sebagai UCL dan batas kendali bawah (*Lower Control Limits*) yang biasanya dinotasikan sebagai LCL. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai bertebaran (plot) di dalam batas-batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistical. Namun jika nilai bertebaran diluar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada diluar kendali proses yang ada atau tidak terkendali. Pada keadaan tidak terkendali maka diperlukan tindak lanjut untuk dapat mengetahui penyebab dan tindakan perbaikan apa yang perlu dilakukan. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran peta kendali control menggunakan peta kendali data atribut yaitu peta kendali U. Menggunakan peta kendali U ini disebabkan karena divisi *Cabinet Case* PT. Yamaha Indonesia yang terjadi adalah 1 pcs produk mengalami 1 jenis cacat atau kesalahan dengan jumlah sampel atau banyaknya sampel (n) yang digunakan adalah tidak konstan.

Pada grafik yang menampilkan peta kendali U, perhitungan terhadap nilai *defect* per unit menggambarkan keadaan tidak konsisten terlihat dimana 3 dari 8 data berada diluar garis

batas atas dan batas bawah pada peta kendali. Sehingga perlu dilakukan perhitungan kedua dengan tidak memasukkan data yang berada di luar batas atas dan batas bawah yang disebabkan karena data tersebut bervariasi. Setelah dilakukan perhitungan kedua, terlihat bahwa nilai *defect* per unit dalam keadaan konsisten karena semua data berada diantara batas atas dan batas bawah peta kendali U dan didapatkan nilai rata-rata sebesar 0.0290. Diperlukan adanya usaha perbaikan dalam meminimasi cacat produk agar keuntungan perusahaan meningkat dan tujuan dari *Six Sigma* dapat tercapai.

#### **b. DPMO dan Nilai Sigma**

Berdasarkan perhitungan pada DPMO dan nilai sigma di bulan Oktober 2017 sampai dengan Mei 2018, dapat diketahui jumlah total keseluruhan order adalah sebanyak 49.968 Dengan menggunakan perhitungan 6 CTQ maka diperoleh nilai rata-rata DPMO 4.890 dengan nilai sigma 4.08 Hal ini menyatakan bahwa jika divisi *Cabinet Case* memproduksi sebanyak 1 juta cabinet panel maka ditemukan 4,890 Produk cacat. Rata-rata kapabilitas sigma pada industri Indonesia berada pada tingkat 2-3 sigma dengan DPMO masih berada di atas 100.000 (Rahmana & Berutu, 2009). Sehingga kapabilitas proses pada divisi *Cabinet Case* PT Yamaha Indonesia dengan nilai sigma sebesar 4,08 dapat dikatakan cukup baik dengan nilai sigma yang masih berada di atas rata-rata industri Indonesia. Namun, sebagai perusahaan berorientasi pada ekspor, maka PT. Yamaha Indonesia perlu melakukan peningkatan terhadap kapabilitas proses untuk menuju 5-6 nilai sigma sebagai standar industry maju. Dari perhitungan nilai sigma yang telah dilakukan, maka diperoleh output perusahaan PT. Yamaha Indonesia pada divisi *Cabinet Case* dengan nilai sigma sebesar 4,08.

### **5.5 Analyze**

Tahap *analyze* merupakan langkah ketiga dalam tahapan *Six Sigma*. Pada tahap ini dapat dilihat pembahasan analisis menggunakan diagram *fishbone* dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste defect* dengan menggunakan FMEA dengan melakukan perhitungan nilai RPN untuk mengetahui prioritas perbaikan serta pembobotan AHP untuk menghitung tingkat kepentingan relatif antara *severity*, *occurrence* dan *detection*.

### 5.5.1 *Fishbone Diagram Waste Defect*

Dalam analisis pada pembahasan ini digunakan diagram *fishbone* untuk mencari penyebab terjadinya *waste defect*. Selain itu, didalam pembahasan ini terdapat validasi penyebab terjadinya *waste defect* untuk masing- masing faktor. Berikut adalah pembahasan diagram *fishbone* dan validasi penyebab terjadinya *waste defect*:

#### a. Material

Faktor material yang dapat menyebabkan terjadinya *waste defect* diantaranya adalah kabinet panel yang dikirim oleh *supplier* tidak rata/bergelombang sehingga dapat menyebabkan cacat uki dan renggang, Bahan hasil pemotongan pada proses sebelumnya yang tidak siku dapat menyebabkan renggang, Bahan yang kotor namun tidak diberi tindakan terlebih dahulu oleh operator dapat menyebabkan cacat jenis benjol *edge*. Baker dari *supplier* salah/tidak sesuai. Hal ini dapat terjadi ketika produksi sedang meningkat namun dapat langsung ditanggulangi dengan cara mengganti baker ke *supplier* (proses sebelumnya), hanya saja kesalahan ini menyebabkan waktu untuk produksi menjadi lebih lama. Adanya sisa baker pada bahan yang disebabkan proses nomi yang tidak sempurna ataupun hasil pemotongan pada *edge former* yang mulai rusak sehingga masih terdapat sisa baker yang berbentuk gerigi, hal ini dapat menyebabkan cacat renggang pada bahan dan penyebab cacat lainnya yaitu gesekan antar bahan yang disebabkan karena rak terlalu banyak menampung bahan sehingga melebihi kapasitas yang dimiliki, yang mana hal tersebut dapat mengakibatkan cacat gompal pada kabinet panel. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kepala kelompok divisi *Cabinet Case* dan operator-operator yang bertanggung jawab pada mesin-mesin yang dilalui oleh kabinet panel.

#### b. Mesin

Faktor pada mesin yang dapat menyebabkan terjadinya *waste defect* adalah kerusakan-kerusakan pada mesin-mesin di *Cabinet Case* seperti pada mesin press yaitu *stainless* dekok/bergelombang, bantalan karet *jig* yang berada diluar *stainless* sudah tidak elastis, kabel sambungan press yang terkelupas sehingga aliran panas menjadi tidak stabil kurangnya tekanan angin pada *air cylinder* yang digunakan untuk *jig* bahan pada mesin press dan setting mesin press pada *elbartransformer* yang tidak sesuai, namun hal ini sangat jarang terjadi dikarenakan *elbartrans* sudah disetting langsung oleh bagian *maintenance* mesin. Kemudian pada mesin *edge former* yaitu berkurangnya kinerja mesin yang ditandai oleh pahat mesin yang using dan getaran yang muncul sehingga dapat menyebabkan cacat gompal pada bahan dan



ketidaksesuaian *cutter edge former* pada saat proses dapat menyebabkan banyak terbuangnya baker pada bahan, sehingga menyebabkan cacat R kebesaran, renggang dan gompal. Selanjutnya pada mesin *bench saw* permasalahan yang terjadi dapat dikarenakan *cutter* mesin yang sudah tidak tajam sehingga dapat merusak bahan yang diproses dan menjadi gompal. Dan terakhir pada *setting hand trimmer* yang tidak sesuai sehingga dapat menyebabkan R (ketumpulan) yang terlalu besar dan bahan menjadi tidak standard. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kepala kelompok dan operator yang bertanggung jawab.

c. Manusia

Faktor manusia yang dapat menyebabkan terjadinya *waste defect* diantaranya adalah kurangnya pemahaman proses kerja pada operator baru sehingga membutuhkan bimbingan langsung oleh operator dan menyebabkan cacat pada hasil produksi. Operator yang tidak mengikuti petunjuk kerja, dikarenakan lupa ataupun secara sengaja. Operator yang tidak konsentrasi seperti mengantuk dan lain lain serta operator yang kurang teliti pada saat bekerja sehingga hasil kerja menjadi tidak maksimal dan banyak barang *rework*. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kepala kelompok *Cabinet Case*.

d. Metode

Faktor metode yang dapat menyebabkan terjadinya *waste defect* adalah Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kepala masing-masing bagian.

e. Lingkungan

Faktor lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya *waste defect* adalah lingkungan yang kotor karena banyaknya sisa-sisa benang atau kain yang berserakan di stasiun kerja dan pabrik memiliki suhu yang panas mencapai 30° yang seharusnya derajat keadaan suhu normal adalah 26°-27°. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan deputi *manager* produksi.

### 5.5.2 FMEA AHP Waste Defect

a. FMEA

Pada tahap FMEA *waste defect*, akan dijelaskan bagaimana sebab dan akibat dari masing-masing kegagalan. Perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) didapatkan berdasarkan tingkat terjadinya kegagalan, tingkat keparahan kegagalan dan tingkat terdeteksi

kegagalan. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan 2 nilai RPN dengan peringkat tertinggi secara urut dari tertinggi hingga terendah yaitu kurang konsentrasi dan suhu panas. Kurang konsentrasi dengan peringkat tertinggi memiliki nilai RPN 336, hal ini dikarenakan rak yang tidak sesuai yang dikarenakan ketika jadwal produksi sedang meningkat atau banyak barang yang minus (kurang), biasanya menyebabkan kehabisan rak sehingga terkadang rak yang digunakan tidak sesuai dengan cabinet yang ada di dalam rak. Rak yang tidak sesuai tersebut dapat mengakibatkan bahan menjadi tersangkut ketika diambil untuk diproses dan akhirnya dapat menyebabkan bahan menjadi cacat gompal.. Kemudian operator tidak mengikuti petunjuk kerja peringkat kedua memiliki nilai RPN 245, hal ini dikarenakan operator terkadang lupa proses kerja namun tidak melihat petunjuk kerja yang disediakan, atau operator yang sengaja tidak mengikuti petunjuk kerja yang ada dapat menyebabkan cacat pada bahan yang dikerjakan olehnya.. Hasil pembobotan RPN kurang konsentrasi menunjukkan bahwa efek yang ditimbulkan pada mode kegagalan ini adalah pengaruh buruk yang sedang dengan kemungkinan penyebab terjadinya masih sangat tinggi, metode pencegahan tidak efektif dan penyebab masih berulang.

b. AHP

Perhitungan metode FMEA secara tradisional menimbang bobot *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) secara sebanding. Dalam kenyataannya kriteria tersebut memiliki bobot yang berbeda-beda (Aslani, et al., 2014). Pada tahap pembobotan AHP *waste Defect*, data yang dapat dikatakan konsisten adalah yang memiliki nilai CR (*Consistency Ratio*) kurang dari 0,100. Nilai CR dari pembobotan AHP pada *waste Defect* adalah 0,025, sehingga dapat dikatakan konsisten. Berdasarkan perhitungan AHP yang telah dilakukan didapatkan nilai *eugen vector* untuk *severity* sebesar 0.75, untuk *occurence* sebesar 0.07 dan untuk *detection* sebesar 0.18. *Detection* menggambarkan ketersediaan perangkat dan tingkat deteksi terhadap penyebab kegagalan dari kontrol yang dipasang (Basjir et al. 2011). Foreman serta kepala kelompok dari divisi *Cabinet Case* sebagai *expert judgement* mengatakan bahwa untuk *waste defect*, *severity* lebih penting dibandingkan *detection* dan *occurence*. Selanjutnya nilai pembobotan tersebut akan digunakan untuk melakukan perhitungan RPN pada tahap FMEA AHP.

c. FMEA AHP

Tahap FMEA AHP *waste defect* dilakukan karena pada tahap FMEA saja tidak memperhatikan bobot kepentingan dari nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Oleh karena itu dalam menentukan penyebab mana yang menjadi prioritas, akan lebih tepat apabila perhitungannya diberi bobot kepentingan masing-masing sebelum dikalikan dengan nilai setiap faktor *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pada tabel perbandingan nilai antara RPN FMEA dengan RPN AHP *waste defect* menunjukkan bahwa peringkat RPN FMEA dengan peringkat RPN AHP adalah sama yaitu rak tidak sesuai pada peringkat pertama, operator tidak mengikuti petunjuk kerja pada peringkat kedua dan material/kabinet yang kotor/tidak bersih pada peringkat ketiga. Hasil pembobotan RPN kurang konsentrasi menunjukkan bahwa efek yang ditimbulkan pada mode kegagalan ini adalah sedang dengan kemungkinan penyebab terjadinya masih sangat tinggi, metode pencegahan tidak efektif dan penyebab masih berulang.

## 5.6 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kurniawan (2018) pada departemen yang sama yaitu departemen *Wood Working*, membahas mengenai cacat produk pada bagian *Fallboard/Fallback Press* yang dilatarbelakangi dengan temuan cacat yang selalu berulang setiap harinya sehingga perlu adanya tindak lanjut terhadap permasalahan yang ada. Kemudian dari permasalahan tersebut peneliti sebelum melakukan pengolahan data dengan *Seven Quality Control Tools* (*Check Sheet*, Diagram Pareto, Histogram, Stratifikasi Data, *Scatter Diagram*, *Control Chart* dan *Fishbone*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Dari metode *Seven Quality Control Tools* yang pertama yaitu *Check Sheet* diketahui jumlah produksi dan cacat tertinggi pada bulan Mei 2017, yang kedua yaitu Diagram Pareto diketahui 5 penyebab terbesar kecacatan *Fallboard* adalah Dekok 983 temuan dengan presentase cacat sebesar (15,61%), Twister 934 temuan dengan presentase cacat sebesar (14,83%), Core 831 unit jumlah temuan dengan menyumbang (13,2%) presentase kecacatan, Uki 666 unit jumlah temuan dengan presentase cacat sebesar (10,58%) dan yang terakhir Kurang tinggi 624 unit temuan dengan menyumbang (9,91 %). Kemudian yang ketiga yaitu Histogram dapat diketahui jumlah cacat pada 5 cacat tertinggi, yang keempat yaitu Stratifikasi Data diketahui berapa banyak kasus cacat produk *Fall Board* yang terjadi dimana pada bulan Mei sendiri temuan cacat ditemukan sebanyak 1486 kasus, pada bulan Juni sebanyak 377 kasus, pada bulan Juli sebanyak 364 kasus, pada bulan Agustus sebanyak 300 kasus, pada bulan

September sebanyak 398 kasus, pada bulan Oktober sebanyak 830 kasus dan pada bulan November didapat temuan cacat sebanyak 283 kasus. Kemudian yang kelima yaitu *Scatter Diagram* diperoleh perhitungan koefisien korelasi untuk jenis kecacatan Dekok didapat sebesar 0,667, untuk jenis kecacatan Twister didapat sebesar 0,568, untuk jenis kecacatan Core didapat sebesar 0,255, untuk jenis kecacatan Uki didapat sebesar 0,732 dan untuk jenis kecacatan Kurang Tinggi didapat sebesar 0,496. Dimana jika nilai koefisien korelasi berada diantara 0 dan +1 hal ini menunjukkan bahwasanya terdapat hubungan linier antara X (jumlah *fallboard* yang diproduksi/hasil *Press*) dan Y (jumlah *fallboard* yang cacat). Selanjutnya yang keenam yaitu *Control Chart* dilakukan untuk memperoleh batas control yaitu batas atas dan batas bawah dari kelima jenis cacat tertinggi. Dan terakhir yaitu Diagram *Fishbone* dapat diketahui faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kelima cacat tertinggi pada *Fallboard* yaitu dari faktor Metode, manusia, material, mesin, lingkungan, measurement. Dan metode lain yaitu FMEA digunakan untuk menganalisa dengan memberikan bobot berdasarkan tingkat *severity*, *Occuration* dan *detection* untuk memperoleh nilai RPN untuk tiap jenis cacat dari 5 cacat tertinggi yang kemudian dapat diketahui perbaikan-perbaikan apa saja yang harus dilakukan.

Penelitian ke dua berjudul *Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)* Untuk Mengidentifikasi Penyebab *Defect* Piano Up Pada *Departement Assy Up* Studi Kasus : PT. Yamaha Indonesia yang dilakukan oleh Pandu (2018). Mengangkat permasalahan mengenai cacat produk pada piano UP di divisi *Assembly UP*, metode yang digunakan yaitu *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Pengolahan data peneliti menggunakan Diagram Pareto untuk mengetahui tingkat persentase cacat yang terjadi pada saat *assembly* piano UP dari 4 tipe yaitu *Polished Ebony (PE)*, tipe *Polished Mahogany (PM)*, *Polished Walnut (PW)*, *Polished White (PWH)*, Tipe *Satin/Furniture*. Kemudian jenis cacat yang memiliki presentase 6 tertinggi yaitu cacat, space NG, oblok, tinggi, kurang mundur, renggang diolah dengan menggunakan Diagram *Fishbone* dengan 4 faktor yang berpengaruh yaitu metode, mesin/alat, material dan manusia. Dan terakhir hasil pengolahan data tersebut dianalisis menggunakan metode FMEA AHP dan didapatkan penyebab cacat yang perlu diprioritaskan untuk Piano UP tipe PE/PM/PW/Satin penyebab cacat terbesar untuk diprioritaskan adalah 1). Felt pada rak ada yang terkelupas, kemudian diikuti dengan 2). Cara pengambilan dan peletakkan dari rak salah, 3). Rak pengiriman kabinet kotor (terdapat debu, sisa lem, serbuk kayu), 4). kesalahan dalam mengidentifikasi cacat karena proses *assembly* dengan cacat karena sambungan cat, 5). Saat *assembly* kabinet terbentur,

dan yang terakhir 6). meja proses, jig, dan stopper kotor dari (debu, sisa lem, serbuk kayu). Dan untuk piano UP tipe PWH penyebab cacat paling dominan adalah 1). Ketinggian coakan top frame yang kanan dan kiri tidak sama. 2). Terdapat bari pada edge bawah top frame. 3). Tinggi top frame angle yang kiri dan kanan tidak sama. 4) Saat seting untuk pengepresssan side board, jarak back post ke side atas R/L tidak sama.

Pada saat ini penelitian yang dilakukan mengenai *waste* dominan pada jenis kabinet panel dibagian *Cabinet Case* pada departemen *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia. Metode yang digunakan yaitu *Waste Assessment Model* (WAM) terdiri dari tiga tahap yaitu *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Dimana metode ini digunakan untuk mengetahui *waste* paling dominan yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan maupun bagi *customer* karena harus menanggung biaya untuk produksi karena terjadi cacat, peningkatan biaya simpan dan ketidakproduktifan pada operator. Dan didapatkanlah *waste* paling dominan yaitu *waste Defect*. Selanjutnya digunakan metode *Six Sigma* yaitu (DMAIC), dimana pada penelitian ini hanya menggunakan (DMAI). Pada tahap *Define* dapat diketahui bagaimana alur proses dari supplier hingga customer yang ada pada bagian *Cabinet Case* jenis kabinet panel, yang kemudian juga dilakukan pengolahan data dengan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat terbanyak yaitu renggang (proses), uki (proses) gompal (proses), BK tekor/NG/grepes, Belum di R/R kebesaran dan benjol *edge*. Pada tahap *Measure* dilakukan perhitungan peta kendali control menggunakan U chart, serta perhitungan DPMO dan *Six Sigma* dan diperoleh Sigma yaitu 4.08 dapat dikatakan cukup baik dengan nilai sigma yang masih berada di atas rata-rata industri Indonesia. Namun, sebagai perusahaan berorientasi pada ekspor, PT. Yamaha Indonesia perlu melakukan peningkatan terhadap kapabilitas proses untuk menuju 5-6 nilai sigma sebagai standar industri maju. Pada tahap *Analyze* dilakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* dari *waste* yang memiliki persentase tertinggi yaitu *waste Defect* dengan menggunakan FMEA dengan melakukan perhitungan nilai RPN untuk mengetahui prioritas perbaikan serta pembobotan AHP untuk menghitung tingkat kepentingan relatif antara *severity*, *occurence* dan *detection*. Dan hasil dari pembobotan RPN AHP pada *waste Defect* menunjukkan bahwa peringkat RPN FMEA dengan peringkat RPN AHP adalah sama yaitu rak tidak sesuai pada peringkat pertama, operator tidak mengikuti petunjuk kerja pada peringkat kedua dan bahan/cabinet yang kotor/tidak bersih pada peringkat ketiga.

Dimana perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian saat ini yaitu pada pengolahan data statistik penelitian sebelumnya menggunakan *Seven Quality Control Tools* (*Check Sheet*, *Diagram Pareto*, *Histogram*, *Startifikasi Data*, *Scatter Diagram*, *Control Chart* dan *Fishbone*), dan pada penelitian kedua menggunakan *diagram pareto* dan *fishbone* sedangkan pada penelitian saat ini pengolahan data dilakukan menggunakan metode *Lean* dan *Six Sigma*, dimana *Lean* nya menggunakan tools *Waste Assessment Model (WAM)* yang terdiri dari tiga tahap yaitu *Seven Waste Relationship (SWR)*, *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *Six Sigma* menggunakan tool *DMAI*. Dimana *WAM* yang digunakan bertujuan untuk mengetahui *waste* yang paling dominan sehingga perlu segera dilakukan tindakan perbaikan. Dan *Six Sigma* digunakan dengan alasan jauh lebih rinci daripada metode analisis berdasarkan statistik. Dimana *Six Sigma* dapat diterapkan di bidang usaha apa saja mulai dari perencanaan strategi sampai operasional hingga pelayanan pelanggan dan maksimalisasi motivasi atas usaha. Penggabungan *Lean* dan *Six Sigma* ditujukan untuk mampu mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma. Dan pada penelitian sebelumnya hasil pengolahan data kemudian dilakukan analisis menggunakan metode *FMEA* saja dan pada penelitian ke dua menggunakan *FMEA AHP*. Pada penelitian saat ini sama dengan penelitian kedua analisis menggunakan metode *FMEA* yang digabungkan dengan *AHP* dikarenakan salah satu kelemahan dari *FMEA* adalah kemungkinan mendapatkan hasil nilai *RPN* yang sama dengan maksud dan tujuan yang berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode *AHP*.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada divisi *Cabinet Case* departemen *Wood Working* di PT Yamaha Indonesia, maka kesimpulan yang diperoleh dalam menjawab rumusan masalah sebelumnya yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan *waste assessment* model didapatkan *waste defect* yang memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 22.78%.
2. Berdasarkan pemetaan dari fishbone diagram didapatkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* tertinggi, diantaranya yaitu:

- |   |          |  |
|---|----------|--|
| 1 | Material | Bahan tidak rata/bergelombang<br>Bahan tidak siku<br>Baker yang diberikan Supplier salah/tidak sesuai<br>Bahan yang tidak bersih<br>Masih terdapat sisa baker (nongol) pada bahan<br>Campuran lem tidak sesuai takaran         |
| 2 | Mesin    | <i>Stainless</i> dekok<br>Tekanan angin kurang<br>Bantalan karet stainless tidak elastis<br>Serabut tembaga pada kabel press mulai rusak (hampir putus)<br><i>Setting</i> mesin press ( <i>Elbartransformer</i> ) tidak sesuai |

- Cutter* mesin *Bench Saw* tidak tajam  
 Berkurangnya kinerja mesin *edge former*  
*Setting roll glue spreader* tidak sesuai
- 3 Manusia Kurang paham proses kerja  
 Tidak mengikuti petunjuk kerja  
 Kurang konsentrasi  
 Kurang teliti
- 4 Metode Cara *handling* bahan salah  
 Pengadukan lem tidak merata
- 5 Lingkungan Lem terlalu lama terkena udara  
 Rak tidak sesuai dengan kabinet

3. Berdasarkan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) FMEA AHP dapat diketahui bahwa prioritas perbaikan pada proses produksi untuk *waste* tertinggi yaitu *defect* pada 5 nilai RPN tertinggi yaitu:
- a. Rak tidak sesuai dengan kabinet RPN (3.24): Dengan penambahan unit rak terkhususnya pada saat produksi sedang meningkat. Diusulkan rak tersebut dapat dibongkar pasang. Sehingga ketika produksi menurun rak dapat disimpan. Dan rak diberi identitas seperti nama divisi dan bahan yang diangkut. Identitas nama bahan sudah terlaksana, namun masih terdapat rak-rak yang tidak memiliki identitas rak.
  - b. Tidak mengikuti petunjuk kerja RPN (2.36) : Kepala kelompok/foreman perlu bekerja sama secara berkala dalam melakukan pengecekan terhadap operator yang sedang bekerja. Dengan penjadwalan yang ditetapkan maupun lewat diskusi, agar karyawan mengikuti aturan secara konsisten. Serta memberikan punishment kepada operator yang sengaja tidak mengikuti petunjuk kerja yang berlaku. Teguran dapat dilakukan dengan tahapan yaitu :
    - Tahap 1 berupa teguran 1 (tegurannya dilakukan oleh kepala kelompok)
    - Tahap 2 berupa teguran 2 (tegurannya dilakukan oleh kepala kelompok) dan dilaporkan ke foreman dan dapat teguran dari *foreman*



- Tahap 3 teguran 3 dan *punishment* (teguran yang dilakukan oleh kepala kelompok dan manajer serta pemberian surat peringatan dengan batas maksimal 3 surat peringatan),
- c. Bahan yang tidak bersih RPN (2.02) : Operator perlu diberikan training/pemahaman mengenai kesadaran akan kualitas barang/material yang dihasilkan. Serta kepala kelompok harus lebih telaten dalam mengamati pekerjaan tiap operator agar bahan yang terkena debu/serbuk kayu selalu dibersihkan dahulu sebelum diproses.
- d. Kurang paham proses kerja RPN (2.02) : Operator baru cenderung membutuhkan waktu yang lama dalam mempelajari dan memahami proses kerja pada suatu perusahaan, sehingga perlu bagi perusahaan untuk memberikan waktu yang lebih lama lagi dalam memberikan praktek kerja pada saat *on the job training*. Ketika hasil dari praktek tersebut dinilai sudah mampu untuk diturunkan ke lantai produksi maka baru diberikan ke kepala kelompok pada tiap divisi. Namun masih perlu dilakukan pelatihan lagi mengenai pekerjaan yang dilakukan (proses produksi) untuk bahan bahan yang berbeda dengan pengawasan penuh. Serta perlu juga untuk memberikan training mengenai pemahaman akan pentingnya kesadaran kualitas pada barang/material yang dihasilkan.
- e. Setting mesin press (*Elbartransformer*) tidak sesuai RPN (1.89) : *Setting Elbartrans* perlu dipatenkan sistemnya oleh pihak *maintenance* agar operator tidak dapat mengubah settingnya sendiri sehingga tidak sesuai dengan ketentuan.

## 6.1 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada divisi *Cabinet Case* departemen *Wood Working* di PT Yamaha Indonesia, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan dalam upaya meminimalisasi *waste* (pemborosan) yaitu diantaranya:

1. Bagi perusahaan
  - a. Perusahaan dapat mempertimbangkan hasil dari penelitian ini untuk meminimasi *waste* (pemborosan) yang teridentifikasi.
  - b. Perusahaan dapat menambah jumlah rak unit rak terkhususnya pada saat produksi sedang meningkat. Diusulkan rak tersebut dapat dibongkar pasang. Sehingga ketika produksi

menurun rak dapat disimpan. Dan rak diberi identitas seperti nama divisi dan bahan yang diangkut. Identitas nama bahan sudah terlaksana, namun masih terdapat rak-rak yang tidak memiliki identitas rak.

- c. Perusahaan dapat menambah jam pengawasan foreman untuk melakukan pengamatan terhadap operator secara merata dan detail.
- d. Perusahaan dapat memberikan training atau pelatihan berkelanjutan kepada operator agar dapat mengurangi tingkat kesalahan.
- e. Perusahaan dapat memberikan tindakan selanjutnya yang perlu dilakukan segera oleh supplier dari proses sebelumnya apabila terjadi keterlambatan.
- f. Kepala kelompok harus lebih tegas dalam menegur operatir yang tidak disiplin dan manajer beserta foreman lantai produksi perlu mengadakan penilaian operator rutin dengan pemberian reward bagi operator yang disiplin dan punishment bagi operator yang tidak disiplin.

## 2. Bagi Penelitian Selanjutnya

- a. Bagi penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti lebih lanjut lagi mengenai keseluruhan *waste* yang terjadi pada divisi *Cabinet Case* dengan pengintegrasian *tools VALSAT* dalam *Lean Manufacturing* seperti *Process Activity Mapping* untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah serta menggunakan metode *value stream mapping* yaitu *current state map* dan *future state map* agar mengetahui perbedaan dari sebelum perbaikan dengan setelah perbaikan.
- b. Peneliti berikutnya diharapkan mampu mengkombinasikan beberapa *tools* lainnya didalam *Lean Manufacturing* sehingga dapat mampu meningkatkan produktivitas lebih signifikan.
- c. Pada tahap analisis FMEA dapat menggunakan ANP (*Analytical Network Process*) dengan software seperti Super Decision untuk mengetahui tingkat kepentingan relative dari *severity*, *occurence* dan *detection* agar subyektifitas dari nilai RPN FMEA AHP dapat diminimalisir lagi.
- d. Pada FMEA disarankan untuk peneliti selanjutnya diintegrasikan dengan metode *Fuzzy* hal ini digunakan untuk menghilangkan nilai-nilai yang samar atau berada diantara dua penilaian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aan, M., Lely, H., & Bobby, K. 2016. *Usulan Lean Manufacturing System Untuk Mereduksi Waste Dan Efisiensi Biaya Produksi Di PT. ABC Divisi Slab Steel Plant 1*. Jurnal Teknik Industri 4(3).
- Al-Faritsy, A. Z., & Suseno. 2015. *Peningkatan produktivitas perusahaan dengan menggunakan metode six sigma, lean dan kaizen*. Jurnal Teknik Industri, Vol. X, No. 2.
- Askari, M., & Hari, S. 2012. *Implementasi Lean Manufacturing di PT. X, Pasuruan*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, 1-5.
- Chrysler Corp, F. M., & Corp., G. M. 1995. *Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference Manual, 2nd edition. equivalent to SAE J-1739, Chrysler Corp., Ford Motor Co., and General Motors Corp.*
- Dana, M. U., Shanty, K. D., & Veronika, I. M. 2016. *Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan Lean Manufacturing* . Jurnal Ilmiah Teknik Industri, p-ISSN 1412-6869 e-ISSN 2460-4038, 15(1).
- Dewi, S. K. 2012. *Minimasi Defect Produk dengan Konsep Six Sigma pada PT.X*. Jurnal Teknik Industri Vol.13 No. 1, 43-50.
- Endah Kusriani, D. 2008. *Pengenalan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Gaspers, V. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Gaspers, V. 2005. *Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi Balanced Scorecard Dengan Six Sigma untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2007. *Lean Six Sigma for manufacturing and service industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. 2011. *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Glasgow, J. M., Scott-Caziewell, J. R., & Kaboli, P. J. 2010. *Guiding inpatient quality improvement: a systematic review of Lean and Six Sigma*. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. 36(12), 533-AP5.
- Hines, & Taylor. 2000. *Going Lean, Lean Enterprise Research Center*. Cardiff Business School.
- Imai, M. 1998. *Gemba Kaizen: Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah Pada Manajemen*. Jakarta: CV Taruna Grafica.
- James, R. E., & William, M. L. 2007. *Pengantar Six Sigma*. Jakarta: Salemba.
- Kamble, V., & Quazi, T. 2014. *Shell Moulding Process Using The Combination of Failure Mode Effect Analysis and AHP Approach*. *International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical*, ISSN: 2349-4506, 161-176.
- Kurniawan. 2018. *Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengendalikan Produk Cacat dengan menggunakan Sevem Quality Control Tools dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Di Bagian Fall Board Press (Studi Kasus: Yamaha Indonesia)*. Skripsi.
- Kutlu, A., & Ekmekcioglu, M. 2012. *Fuzzy Failure Modes and Effects Analysis by Using Fuzzy TOPSIS-Based Fuzzy AHP*. *Expert System with Applications*, 39, 61-67.

- Mastur, H., & Aji, N. F. 2016. *Analisis Pengendalian Kualitas Pembuatan Wellhub dengan Pendekatan Lean Six Sigma*. Teknoin Vol. 22 No.1, 44-52.
- Matt, D., & Rauch, E. 2013. *Implementation of Lean Production in small sized Enterprises. Procedia CIRP 12* (2013) , 420 – 425.
- Mohamed, K. 2013. *Applying Lean Six Sigma for Waste Reduction in a Manufacturing Environment. American Journal of Industrial Engineering Vol. 1, No. 2, 28-35, 30.*
- Monden, Y. 2011. *Totoya Production System: an Integrated Approach to Just In Time*. Boca Raton: CRC Press.
- Nicholas, J. 1998. *Competitive Manufacturing Management*. Singapura: McGraw-Hill.
- Pandu, S. U. 2018. *Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Untuk Mengidentifikasi Penyebab Defect Piano Up Pada Departement Assy Up Studi Kasus : PT. Yamaha Indonesia. Skripsi.*
- Peter, S. P., Neuman, R. P., & al, e. 2005. *The Six Sigma Way Team Fieldbook: An Implementation Guide for Process Improvement Teams*. USA: Mc Graw Hill.
- Peter, S. P., Robert, P. N., & Roland, R. C. 2000. *The Six Sigma Way: Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Prasetiyo, M. D., Santoso, I., Mustaniroh, S. A., & Purwadi. 2017. *Penerapan Metode FMEA dan AHP dalam Perumusan Strategi Pengelolaan Resiko Proses Produksi Yoghurt. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 18 No 1, 1-10.*
- Putri, A. R., Herlina, L., & Ferdinant, P. F. 2017. *Identifikasi waste menggunakan waste assessment model (WAM) pada lini produksi PT. KHI Pipe Industries. Jurnal teknik industri Vol. 5, No. 1.*
- Rawabdeh, I. A. 2005. *A model for the assessment of waste in job shop environments. International Journal of Operations & Production Management. 800-822.*
- Rumondang, F. I., Widaningrum, S., & Suryadhini, P. P. 2014. *Minimasi waste Defect pada workstation cutting and sewing di PT. Eksonindo multi product industry dengan pendekatan lean six sigma. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri, Vol. 1, No. 1.*
- Saaty, T. 1993. *How to Make a Decision : The Analytic Hierarchy Process. Institute for Operations Research and the Management Science no. 6, vol. 24, 19-43.*
- Safira, Y. P. 2017. *Analisis Perbaikan Kualitas Produksi Kain Grey Jenis PS217 di PT Cambrics Primissima menggunakan Metode Six Sigma*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Salaludin. 2016. *Panduan Pengerjaan Protek Six Sigma*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Salomon, L. L., Ahmad, & Limanjaya, N. D. 2015. *Strategi Peningkatan mutu part bening menggunakan pendekatan metode six sigma (studi kasus: department injection di PT. KG). Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 3 No. 3, 156 – 165.*
- Sari, D. P., & Sirait, R. 2016. *Aplikasi pendekatan six sigma dan kaizen untuk peningkatan kualitas pada proses produksi produk botol minum plastik tipe CB 061 di PT. Amp Demak. ISSN: 2337 – 4349.*
- Snee, R. D. 1999. *Sigma Breakthrough Technologies, Inc, Sleepy Hollow, NY. Quality Progress, Vol. 32, No. 9.*
- Sri, I., & Muhammad, R. 2015. *Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. Procedia Manufacturing 4, Industrial Engineering and Service Science 2015, IESS 2015, 528 – 534.*
- Suryadi, K., & Ramdhani, M. 1998. *Sistem Pendukung Keputusan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

- Syaifulloh. 2010. *Pengenalan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)*. Retrieved from Syaifulloh08.Wordpress.com.
- Vinodh, S., Gautham, S., & R., A. R. 2011. *Implementing lean six sigma framework in an Indian automotive manufacturing organisation: a case study*. *Production Planning & Control* Vol. 22, No. 7, 708–722.
- Wicaksono, P. A., Sari, D. P., Handayani, N. U., Prastawa, H., & Ramadhan, A. D. 2017. *Peningkatan Pengendalian Kualitas Melalui Metode Lean Six Sigma*. *Jurnal Teknik Industri*, Vol 12, No. 3.
- Wisnubroto, P., & Rukmana, A. 2015. *Pengendalian Kualitas produk dengan pendekatan six sigma dan analisis kaizen serta new seven tools sebagai usaha pengurangan kecacatan produk*. *Jurnal Teknologi*, Volume 8 Nomor 1 , 65-74.

## LAMPIRAN

1. Lampiran Kuesioner Seven Waste Relationship

**KUESIONER HUBUNGAN ANTARA 7 PEMBOROSAN / SEVEN WASTE  
RELATIONSHIP (SWR)**

Dengan hormat,

Saya Ummu Fathiah, mahasiswi Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia akan melakukan penelitian mengenai : **“Penerapan *Lean Six Sigma* Pada Divisi Produksi Meminimasi Waste (Studi Kasus: PT Yamaha Indonesia).”**

Adapun salah satu cara untuk mendapatkan data adalah dengan menyebarkan kuesioner **hubungan antara 7 pemborosan / Seven Waste Relationship (SWR)** kepada responden. Untuk itu, saya mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu sekalian untuk mengisi kuesioner ini sebagai data yang akan dipergunakan dalam penelitian. Saya harap informasi yang anda berikan adalah sesuai dengan kondisi yang ada pada perusahaan PT Yamaha Indonesia. Atas kesediaan dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Peneliti,

(Ummu Fathiah)

**DATA RESPONDEN**

Nama :

Jabatan :

Berikan tanda (x) pada setiap jawaban yang anda pilih berdasarkan kondisi yang ada pada perusahaan PT Yamaha Indonesia.

**Keterangan:**

<i>Defects</i>	: Produk cacat
<i>Overproduction</i>	: Produksi berlebih
<i>Waiting</i>	: Aktivitas menunggu
<i>Excessive Transportation</i>	: Transportasi berlebihan
<i>Unnecessary Inventory</i>	: Persediaan yang tidak perlu
<i>Unnecessary Motions</i>	: Pergerakan yang tidak perlu
<i>Unnecessary Process</i>	: Proses yang tidak perlu

## PERTANYAAN I

- 1) Apakah *overproduction* menghasilkan *inventory*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 2) Apakah *overproduction* menghasilkan *Defect*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 3) Apakah *overproduction* menghasilkan *motion*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 4) Apakah *overproduction* menghasilkan *transportation*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 5) Apakah *overproduction* menghasilkan *waiting*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 6) Apakah *inventory* menghasilkan *overproduction*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 7) Apakah *inventory* menghasilkan *Defect*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 8) Apakah *inventory* menghasilkan *motion*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 9) Apakah *inventory* menghasilkan *transportation*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 10) Apakah *Defect* menghasilkan *overproduction*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 11) Apakah *Defect* menghasilkan *inventory*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 12) Apakah *Defect* menghasilkan *motion*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 13) Apakah *Defect* menghasilkan *transportation*?
  - a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)

- c. Jarang (0)
- 14) Apakah *Defect* menghasilkan *waiting*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 15) Apakah *motion* menghasilkan *inventory*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 16) Apakah *motion* menghasilkan *Defect*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 17) Apakah *motion* menghasilkan *process*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 18) Apakah *motion* menghasilkan *waiting*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 19) Apakah *transportation* menghasilkan *overproduction*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 20) Apakah *transportation* menghasilkan *inventory*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 21) Apakah *transportation* menghasilkan *Defect*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 22) Apakah *transportation* menghasilkan *motion*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 23) Apakah *transportation* menghasilkan *waiting*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 24) Apakah *process* menghasilkan *overproduction*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 25) Apakah *process* menghasilkan *inventory*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 26) Apakah *process* menghasilkan *Defect*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)
  - c. Jarang (0)
- 27) Apakah *process* menghasilkan *motion*?
- a. Selalu (4)
  - b. Kadang (2)



- c. Jarang (0)
- 28) Apakah *process* menghasilkan *waiting*?
- Selalu (4)
  - Kadang (2)
  - Jarang (0)
- 29) Apakah *waiting* menghasilkan *overproduction*?
- Selalu (4)
  - Kadang (2)
- c. Jarang (0)
- 30) Apakah *waiting* menghasilkan *inventory*?
- Selalu (4)
  - Kadang (2)
  - Jarang (0)
- 31) Apakah *waiting* menghasilkan *Defect*?
- Selalu (4)
  - Kadang (2)
  - Jarang (0)

## PERTANYAAN II

- Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *inventory*?
  - Jika *overproduction* naik maka *inventory* naik (2)
  - Jika *overproduction* naik maka *inventory* tetap (1)
  - Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *Defect*?
  - Jika *overproduction* naik maka *Defect* naik (2)
  - Jika *overproduction* naik maka *Defect* tetap (1)
  - Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *motion*?
  - Jika *overproduction* naik maka *motion* naik (2)
  - Jika *overproduction* naik maka *motion* tetap (1)
- Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *transportation*?
  - Jika *overproduction* naik maka *transportation* naik (2)
  - Jika *overproduction* naik maka *transportation* tetap (1)
  - Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- Bagaimana jenis hubungan antara *overproduction* dan *waiting*?
  - Jika *overproduction* naik maka *waiting* naik (2)
  - Jika *overproduction* naik maka *waiting* tetap (1)
  - Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- Bagaimana jenis hubungan antara *inventory* dan *overproduction*?
  - Jika *inventory* naik maka *overproduction* naik (2)

- b. Jika *inventory* naik maka *overproduction* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 7) Bagaimana jenis hubungan antara *inventory* dan *Defect*?
- a. Jika *inventory* naik maka *Defect* naik (2)
  - b. Jika *inventory* naik maka *Defect* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 8) Bagaimana jenis hubungan antara *inventory* dan *motion*?
- a. Jika *inventory* naik maka *motion* naik (2)
  - b. Jika *inventory* naik maka *motion* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 9) Bagaimana jenis hubungan antara *inventory* dan *transportation*?
- a. Jika *inventory* naik maka *transportation* naik (2)
  - b. Jika *inventory* naik maka *transportation* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 10) Bagaimana jenis hubungan antara *Defect* dan *overproduction*?
- a. Jika *Defect* naik maka *overproduction* naik (2)
  - b. Jika *Defect* naik maka *overproduction* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 11) Bagaimana jenis hubungan antara *Defect* dan *inventory*?
- a. Jika *Defect* naik maka *inventory* naik (2)
  - b. Jika *Defect* naik maka *inventory* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 12) Bagaimana jenis hubungan antara *Defect* dan *motion*?
- a. Jika *Defect* naik maka *motion* naik (2)
  - b. Jika *Defect* naik maka *motion* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 13) Bagaimana jenis hubungan antara *Defect* dan *transportation*?
- a. Jika *Defect* naik maka *transportation* naik (2)
  - b. Jika *Defect* naik maka *transportation* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 14) Bagaimana jenis hubungan antara *Defect* dan *waiting*?
- a. Jika *Defect* naik maka *waiting* naik (2)
  - b. Jika *Defect* naik maka *waiting* tetap (1)
  - c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 15) Bagaimana jenis hubungan antara *motion* dan *inventory*?
- a. Jika *motion* naik maka *inventory* naik (2)

- b. Jika *motion* naik maka *inventory* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 16) Bagaimana jenis hubungan antara *motion* dan *Defect*?
- a. Jika *motion* naik maka *Defect* naik (2)
- b. Jika *motion* naik maka *Defect* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 17) Bagaimana jenis hubungan antara *motion* dan *process*?
- a. Jika *motion* naik maka *process* naik (2)
- b. Jika *motion* naik maka *process* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 18) Bagaimana jenis hubungan antara *motion* dan *waiting*?
- a. Jika *motion* naik maka *waiting* naik (2)
- b. Jika *motion* naik maka *waiting* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 19) Bagaimana jenis hubungan antara *transportation* dan *overproduction*?
- a. Jika *transportation* naik maka *overproduction* naik (2)
- b. Jika *transportation* naik maka *overproduction* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 20) Bagaimana jenis hubungan antara *transportation* dan *inventory*?
- a. Jika *transportation* naik maka *inventory* naik (2)
- b. Jika *transportation* naik maka *inventory* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 21) Bagaimana jenis hubungan antara *transportation* dan *Defect*?
- a. Jika *transportation* naik maka *Defect* naik (2)
- b. Jika *transportation* naik maka *Defect* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 22) Bagaimana jenis hubungan antara *transportation* dan *motion*?
- a. Jika *transportation* naik maka *motion* naik (2)
- b. Jika *transportation* naik maka *motion* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 23) Bagaimana jenis hubungan antara *transportation* dan *waiting*?
- a. Jika *transportation* naik maka *waiting* naik (2)
- b. Jika *transportation* naik maka *waiting* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 24) Bagaimana jenis hubungan antara *process* dan *overproduction*?

- a. Jika *process* naik maka *overproduction* naik (2)
- b. Jika *process* naik maka *overproduction* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 25) Bagaimana jenis hubungan antara *process* dan *inventory*?
- a. Jika *process* naik maka *inventory* naik (2)
- b. Jika *process* naik maka *inventory* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 26) Bagaimana jenis hubungan antara *process* dan *Defect*?
- a. Jika *process* naik maka *Defect* naik (2)
- b. Jika *process* naik maka *Defect* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 27) Bagaimana jenis hubungan antara *process* dan *motion*?
- a. Jika *process* naik maka *motion* naik (2)
- b. Jika *process* naik maka *motion* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 28) Bagaimana jenis hubungan antara *process* dan *waiting*?
- a. Jika *process* naik maka *waiting* naik (2)
- b. Jika *process* naik maka *waiting* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 29) Bagaimana jenis hubungan antara *waiting* dan *overproduction*?
- a. Jika *waiting* naik maka *overproduction* naik (2)
- b. Jika *waiting* naik maka *overproduction* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 30) Bagaimana jenis hubungan antara *waiting* dan *inventory*?
- a. Jika *waiting* naik maka *inventory* naik (2)
- b. Jika *waiting* naik maka *inventory* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)
- 31) Bagaimana jenis hubungan antara *waiting* dan *Defect*?
- a. Jika *waiting* naik maka *Defect* naik (2)
- b. Jika *waiting* naik maka *Defect* tetap (1)
- c. Tidak tentu, tergantung keadaan (0)

### PERTANYAAN III

- 1) Bagaimana dampak terhadap *inventory* karena *overproduction*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 2) Bagaimana dampak terhadap *Defect* karena *overproduction*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 3) Bagaimana dampak terhadap *motion* karena *overproduction*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 4) Bagaimana dampak terhadap *transportation* karena *overproduction*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 5) Bagaimana dampak terhadap *waiting* karena *overproduction*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 6) Bagaimana dampak terhadap *overproduction* karena *inventory*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 7) Bagaimana dampak terhadap *Defect* karena *inventory*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 8) Bagaimana dampak terhadap *motion* karena *inventory*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 9) Bagaimana dampak terhadap *transportation* karena *inventory*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 10) Bagaimana dampak terhadap *overproduction* karena *Defect*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 11) Bagaimana dampak terhadap *inventory* karena *Defect*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)
- 12) Bagaimana dampak terhadap *motion* karena *Defect*?
  - a. Tampak secara langsung & jelas (4)
  - b. Butuh waktu untuk muncul (2)
  - c. Tidak sering muncul (0)

- 13) Bagaimana dampak terhadap *transportation* karena *Defect*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 14) Bagaimana dampak terhadap *waiting* karena *Defect*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 15) Bagaimana dampak terhadap *inventory* karena *motion*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 16) Bagaimana dampak terhadap *Defect* karena *motion*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 17) Bagaimana dampak terhadap *process* karena *motion*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 18) Bagaimana dampak terhadap *waiting* karena *motion*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 19) Bagaimana dampak terhadap *overproduction* karena *transportation*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 20) Bagaimana dampak terhadap *inventory* karena *transportation*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 21) Bagaimana dampak terhadap *Defect* karena *transportation*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 22) Bagaimana dampak terhadap *motion* karena *transportation*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 23) Bagaimana dampak terhadap *waiting* karena *transportation*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 24) Bagaimana dampak terhadap *overproduction* karena *process*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)

- 25) Bagaimana dampak terhadap *inventory* karena *process*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 26) Bagaimana dampak terhadap *Defect* karena *process*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 27) Bagaimana dampak terhadap *motion* karena *process*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 28) Bagaimana dampak terhadap *waiting* karena *process*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 29) Bagaimana dampak terhadap *overproduction* karena *waiting*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 30) Bagaimana dampak terhadap *inventory* karena *waiting*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)
- 31) Bagaimana dampak terhadap *Defect* karena *waiting*?
- Tampak secara langsung & jelas (4)
  - Butuh waktu untuk muncul (2)
  - Tidak sering muncul (0)

#### PERTANYAAN IV

- 1) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *inventory*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 2) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *Defect*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 3) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *motion*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)

- 4) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *transportation*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 5) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *overproduction* terhadap *waiting*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 6) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *inventory* terhadap *overproduction*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 7) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *inventory* terhadap *Defect*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 8) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *inventory* terhadap *motion*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 9) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *inventory* terhadap *transportation*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 10) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *Defect* terhadap *overproduction*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 11) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *Defect* terhadap *inventory*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 12) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *Defect* terhadap *motion*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)
- 13) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *Defect* terhadap *transportation*?
  - a. Metode engineering (2)
  - b. Sederhana & langsung (1)
  - c. Solusi untuk intruksional (0)



- 14) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *Defect* terhadap *waiting*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 15) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *motion* terhadap *inventory*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 16) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *motion* terhadap *Defect*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 17) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *motion* terhadap *process*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 18) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *motion* terhadap *waiting*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 19) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *transportation* terhadap *overproduction*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 20) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *transportation* terhadap *inventory*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 21) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *transportation* terhadap *Defect*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 22) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *transportation* terhadap *motion*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 23) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *transportation* terhadap *waiting*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)

- 24) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *process* terhadap *overproduction*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 25) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *process* terhadap *inventory*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 26) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *process* terhadap *Defect*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 27) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *process* terhadap *motion*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 28) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *process* terhadap *waiting*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 29) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *waiting* terhadap *overproduction*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 30) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *waiting* terhadap *inventory*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)
- 31) Bagaimana cara yang dapat dicapai untuk menghilangkan dampak *waiting* terhadap *Defect*?
- Metode engineering (2)
  - Sederhana & langsung (1)
  - Solusi untuk intruksional (0)

#### PERTANYAAN V

- Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *overproduction* terhadap *inventory*?
  - Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)

- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 2) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *overproduction* terhadap *Defect*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 3) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *overproduction* terhadap *motion*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 4) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *overproduction* terhadap *transportation*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 5) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *overproduction* terhadap *waiting*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 6) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *inventory* terhadap *overproduction*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 7) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *inventory* terhadap *Defect*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)

- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 8) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *inventory* terhadap *motion*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 9) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *inventory* terhadap *transportation*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 10) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *Defect* terhadap *overproduction*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 11) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *Defect* terhadap *inventory*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 12) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *Defect* terhadap *motion*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time* (3)
- 13) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *Defect* terhadap *transportation*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)

- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 14) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *Defect* terhadap *waiting*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 15) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *motion* terhadap *inventory*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 16) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *motion* terhadap *Defect*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 17) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *motion* terhadap *process*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 18) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *motion* terhadap *waiting*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 19) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *transportation* terhadap *overproduction*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)

- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 20) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *transportation* terhadap *inventory*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 21) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *transportation* terhadap *Defect*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 22) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *transportation* terhadap *motion*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 23) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *transportation* terhadap *waiting*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 24) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *process* terhadap *overproduction*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 25) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *process* terhadap *inventory*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)

- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 26) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *process* terhadap *Defect*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 27) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *process* terhadap *motion*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 28) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *process* terhadap *waiting*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 29) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *waiting* terhadap *overproduction*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 30) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *waiting* terhadap *inventory*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)
  - Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)
- 31) Apa dampak utama yang dipengaruhi oleh *waiting* terhadap *Defect*?
- Kualitas produk (1)
  - Produktivitas sumber daya (1)
  - Lead time* (1)
  - Kualitas & produktivitas (2)
  - Kualitas & *lead time* (2)
  - Produktivitas & *lead time* (2)

- g. Kualitas, produktivitas & *Lead time*  
(3)

### PERTANYAAN VI

- 1) Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 2) Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 3) Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *motion* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 4) Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *transportation* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 5) Sebesar apa dampak *overproduction* terhadap *waiting* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 6) Sebesar apa dampak *inventory* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 7) Sebesar apa dampak *inventory* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 8) Sebesar apa dampak *inventory* terhadap *motion* akan meningkatkan *lead time*?
  - a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)



- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 9) Sebesar apa dampak *inventory* terhadap *transportation* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 10) Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 11) Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 12) Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *motion* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 13) Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *transportation* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 14) Sebesar apa dampak *Defect* terhadap *waiting* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 15) Sebesar apa dampak *motion* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 16) Sebesar apa dampak *motion* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 17) Sebesar apa dampak *motion* terhadap *process* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 18) Sebesar apa dampak *motion* terhadap *waiting* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)
- 19) Sebesar apa dampak *transportation* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)

- 20) Sebesar apa dampak *transportation* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 21) Sebesar apa dampak *transportation* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 22) Sebesar apa dampak *transportation* terhadap *motion* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 23) Sebesar apa dampak *transportation* terhadap *waiting* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 24) Sebesar apa dampak *process* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 25) Sebesar apa dampak *process* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 26) Sebesar apa dampak *process* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 27) Sebesar apa dampak *process* terhadap *motion* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 28) Sebesar apa dampak *process* terhadap *waiting* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 29) Sebesar apa dampak *waiting* terhadap *overproduction* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)
- 30) Sebesar apa dampak *waiting* terhadap *inventory* akan meningkatkan *lead time*?
- Sangat tinggi (4)
  - Sedang (2)
  - Rendah (0)

- 31) Sebesar apa dampak *waiting* terhadap *Defect* akan meningkatkan *lead time*?
- a. Sangat tinggi (4)
  - b. Sedang (2)
  - c. Rendah (0)

## 2. Lampiran Kuesioner Pertanyaan dan Tipe Penilaian

### KUESIONER PERTANYAAN DAN TIPE PENILAIAN

Dengan hormat,

Saya Ummu Fathiah, mahasiswi Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia akan melakukan penelitian mengenai : “**Penerapan *Lean Six Sigma* Pada Divisi Produksi Meminimasi *Waste* (Studi Kasus: PT Yamaha Indonesia).**”

Adapun salah satu cara untuk mendapatkan data adalah dengan menyebarkan **kuesioner pertanyaan dan tipe penilaian** kepada responden. Untuk itu, saya mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu sekalian untuk mengisi kuesioner ini sebagai data yang akan dipergunakan dalam penelitian. Saya harap informasi yang anda berikan adalah sesuai dengan kondisi yang ada pada perusahaan PT Yamaha Indonesia. Atas kesediaan dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Peneliti,

(Ummu Fathiah)

### DATA RESPONDEN

Nama :

Jabatan :

#### Keterangan:

<i>Defects</i>	: Produk cacat
<i>Overproduction</i>	: Produksi berlebih
<i>Waiting</i>	: Aktivitas menunggu
<i>Excessive Transportation</i>	: Transportasi berlebihan
<i>Unnecessary Inventory</i>	: Persediaan yang tidak perlu
<i>Unnecessary Motions</i>	: Pergerakan yang tidak perlu

*Unnecessary Process* : Proses yang tidak perlu

### Pilihan Jawaban

Ya = 1 Kadang-kadang = 0.5 Tidak = 0

### Hubungan pemborosan

A = berdampak terhadap pemborosan

B = tidak berdampak terhadap pemborosan

### Pilihan Jawaban

Ya = 1 Kadang-kadang = 0.5 Tidak = 0

### Hubungan pemborosan

A = berdampak terhadap pemborosan

B = tidak berdampak terhadap pemborosan

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
1	<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan (mesin) sehingga suatu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?			
2	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah dilakukan penetapan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam produksi?			
3	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Apakah pengawasan untuk pekerja dalam			

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
4	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	proses produksi sudah cukup? Apakah ada langkah positif untuk meningkatkan semangat kerja dalam proses produksi?			
5	<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah ada pelatihan baru untuk pegawai baru?			
6	<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Apakah pekerja memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?			
7	<i>From Process</i>	<i>Man</i>	B	Apakah perlindungan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja?			
8	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Apakah lead time dari proses casting tersedia untuk mengatur jadwal produksi? Apakah telah dilakukan pengecekan jadwal untuk ketersediaan bahan baku sebelum melakukan proses produksi?			
9	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Apakah telah dilakukan pengecekan jadwal untuk ketersediaan bahan baku			

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
10	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	sebelum melakukan proses produksi? Apakah part diterima dalam satu muatan? Apakah perencanaan produksi memberikan informasi yang cukup kepada tenaga kerja Part Control (PC) mengenai aktivitas penyimpanan barang? Apakah tenaga kerja Part Control (PC) diingatkan sebelum dilakukan perubahan penyimpanan (inventory) yang direncanakan? Apakah terdapat akumulasi material berlebihan yang menunggu dikerjakan ulang? Apakah terdapat material yang tidak penting disekitar tumpukan material bahan baku? Apakah tenaga kerja produksi berdiri disekitar			
11	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B				
12	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	B				
13	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A				
14	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A				
15	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	A				

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
16	<i>To Defect</i>	<i>Material</i>	A	area produksi menunggu kedatangan bahan baku/material? Apakah bahan/material dipindahkan lebih sering daripada yang dibutuhkan?			
17	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Apakah bahan baku sering rusak saat aktivitas transportasi? Apakah Work In Process (WIP) area dikacaukan dengan part dan material yang digunakan atau dipindahkan untuk proses berikutnya?			
18	<i>From transportation</i>	<i>Material</i>	A	Apakah material yang dibongkar muat secara mekanik harus ditangani secara manual? Apakah terdapat wadah yang digunakan sebelum pengemasan untuk mempermudah perhitungan jumlah dan penanganan bahan (material handling)?			
19	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	A	Apakah terdapat wadah yang digunakan sebelum pengemasan untuk mempermudah perhitungan jumlah dan penanganan bahan (material handling)?			
20	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Apakah terdapat wadah yang digunakan sebelum pengemasan untuk mempermudah perhitungan jumlah dan penanganan bahan (material handling)?			
21	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Apakah bahan baku/material yang identik disimpan pada			

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
22	<i>From Transportation</i>	<i>Material</i>	B	satu lokasi untuk meminimasi waktu pencarian dalam penanganan persediaan? Apakah tersedia wadah besar yang mudah dibawa untuk menghindari perulangan penanganan (handling) dengan wadah kecil? Apakah bahan baku diuji untuk mengetahui kesesuaian terhadap spesifikasi ketika diterima?			
23	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	B	Apakah bahan baku/ material dengan tepat diidentifikasi melalui nomor part? Apakah dilakukan penyimpanan barang yang masih dalam proses Work In Process (WIP) untuk diproses kemudian?			
24	<i>From Motion</i>	<i>Material</i>	B	Apakah dilakukan pemesanan dan penyimpanan rawmaterial untuk persediaan, meskipun tidak dibutuhkan dengan segera?			
25	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A				
26	<i>From Inventory</i>	<i>Material</i>	A				



No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
27	<i>To Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Apakah dilakukan kelonggaran rute aliran Work In Process (WIP)?			
28	<i>From Defect</i>	<i>Material</i>	A	Apakah dilakukan pengerjaan ulang untuk produk yang tidak sesuai?			
29	<i>From Waiting</i>	<i>Material</i>	B	Apakah bahan baku tiba tepat waktu disaat dibutuhkan?			
30	<i>From Overproduction</i>	<i>Material</i>	A	Apakah terdapat tumpukan barang di gudang yang tidak memiliki customer yang dijadwalkan?			
31	<i>To Motion</i>	<i>Material</i>	B	Apakah bahan/material disimpan dengan baik?			
32	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Apakah pengujian terhadap efisiensi mesin dan pengujian standar spesifikasi produk sudah dilakukan secara periodik?			
33	<i>To Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Apakah beban kerja untuk tiap mesin dapat diprediksi dengan jelas?			
34	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Apakah dilakukan pemeriksaan terhadap mesin yang telah dipasang dengan melihat kesesuaian kinerja dengan spesifikasinya?			

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
35	<i>From Transportation</i>	<i>Machine</i>	B	Apakah kapasitas peralatan penanganan bahan (material handling) cukup untuk menampung beban yang paling berat?			
36	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	B	Jika peralatan material handling digunakan, apakah jumlah bahan yang dibawa sudah cukup?			
37	<i>From Overproduction</i>	<i>Machine</i>	A	Apakah terdapat kebijakan produksi untuk memproduksi produk yang berlebih dalam rangka mencapai pemanfaatan mesin?			
38	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Apakah mesin sering berhenti karena kerusakan mesin?			
39	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	B	Apakah peralatan yang dibutuhkan sudah tersedia dan cukup untuk setiap proses?			
40	<i>To Defect</i>	<i>Machine</i>	A	Apakah peralatan penanganan bahan (material handling) membahayakan terhadap part yang dibawa?			
41	<i>From Waiting</i>	<i>Machine</i>	A	Apakah pada proses produksi berlangsung			

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
42	<i>To Motion</i>	<i>Machine</i>	A	waktu setup lama dan menyebabkan penundaan terhadap aliran proses? Apakah terdapat perkakas yang tidak terpakai/rusak namun masih tersedia ditempat kerja? Apakah dilakukan pertimbangan untuk meminimasi frekuensi dari set up dengan penyesuaian penjadwalan dan desain?			
43	<i>From Process</i>	<i>Machine</i>	B	Apakah area stok tersedia untuk menghindari kemacetan lalu lintas produksi? Apakah ada sistem penomoran pada pengambilan material yang memudahkan dalam pencarian dan penyimpanan?			
44	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Apakah ruang penyimpanan digunakan secara efektif untuk penyimpanan dengan bantuan forklift dan rak?			
45	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah gudang dibagi menjadi dua area, area			
46	<i>From Waiting</i>	<i>Method</i>	B				
47	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B				

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
48	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	aktif untuk order yang paling sering dan stok cadangan untuk orderan lainnya? Apakah ada penerapan quality control di dalam proses produksi yang selalu diterapkan? Apakah jadwal produksi dikomunikasikan antar departemen, sehingga jadwal dipahami secara luas?			
49	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Apakah telah dilakukan standar produksi untuk memudahkan loading mesin?			
50	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah ada penerapan quality control di dalam proses produksi yang selalu diterapkan?			
51	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Apakah pekerjaan dan operasi memiliki waktu standar yang dihitung sesuai ilmu keteknikan?			
52	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Jika suatu penundaan (delay) ditentukan, apakah penundaan tersebut dikomunikasikan ke semua			
53	<i>To Waiting</i>	<i>Method</i>	B				

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
54	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	departemen produksi? Apakah kebutuhan untuk part yang umum dijadwalkan sehingga tidak ada pengulangan setup yang tidak semestinya untuk produksi item yang sama? Apakah ada suatu kemungkinan			
55	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	mengkombinasikan langkah tertentu untuk membentuk suatu langkah tunggal? Apakah ada prosedur untuk inspeksi produk yang dihasilkan? Apakah arsip inventory digunakan untuk perhitungan pembelian material dan menjadwalkan produksi?			
56	<i>To Defect</i>	<i>Method</i>	B	Apakah lorong-lorong ruang produksi selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik? Apakah area penyimpanan diberi tanda pada bagian-bagian tertentu?			
57	<i>From Inventory</i>	<i>Method</i>	B				
58	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B				
59	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B				

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
60	<i>To Transportation</i>	<i>Method</i>	B	Apakah luas lorong produksi cukup untuk pergerakan bebas peralatan?			
61	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	A	Apakah area gudang digunakan untuk menyimpan material yang seharusnya tidak disimpan?			
62	<i>To Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah ada jadwal tetap untuk membersihkan pabrik?			
63	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah aliran produksi dilakukan dengan satu arah?			
64	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah ada suatu kelompok yang berhubungan dengan desain, konstruksi komponen, drafting, dan bentuk lain dari standarisasi?			
65	<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?			
66	<i>From Overproduction</i>	<i>Method</i>	B	Apakah ketidakseimbangan kerja dapat diprediksi?			
67	<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?			

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Jawaban		
					Ya	Kadang-kadang	Tidak
68	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Apakah hasil quality control, uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan?			

Sumber : Rawabdeh, 2005

### 3. Lampiran Gambar Cacat Kabinet Panel



Gambar 1 Cacat Gompal



Gambar 2 Cacat Uki



Gambar 3 Cacat Renggang

#### 4. Lampiran Gambar Rak Kabinet Panel



Gambar 4 Rak tidak Sesuai Kabinet a





Gambar 5 Rak tidak Sesuai Kabinet b



Gambar 6. Rak yang seharusnya digunakan a



Gambar 7. Rak yang seharusnya digunakan b