

**LAPORAN PENELITIAN REGULER YANG  
DIAJUKAN KE LEMBAGA PENELITIAN DAN  
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



**PENERAPAN METODE *LEAN SIX SIGMA* PADA PROSES PRODUKSI UNTUK  
MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK DI PT. KSL**

Disusun oleh:

**Ketua Tim**

Ahmad, S.T., M.T., IPM (10307001)

**Anggota:**

M. Agung S., S.T., M.T, Ph.D

**Anggota Mahasiswa:**

Aifa Raviva /545200031

Tharisya Sanrio Putri./545190038

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TARUMANAGARA  
JAKARTA  
JULI 2023**

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN  
Periode I / Tahun 2023**

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1. Judul                      | : Penerapan Metode Lean Six Sigma pada Proses Produksi Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Di PT. KSL |
| 2. Skema Penelitian           | : REGULER  |
| 3. Ketua Tim                  |  |
| a. Nama dan Gelar             | : Ahmad, ST., MT., IPM   |
| b. NIDN/NIK                   | : 0301117001/10307001  |
| c. Jabatan/Gol                | : Dosen Tetap Univ. Tarumanagara   |
| d. Program Studi              | : Teknik Industri  |
| e. Fakultas                   | : Teknik   |
| f. Bidang Keahlian            | : Riset Operasi, Analisa Perancangan Perusahaan, Pemodelan & Simulasi Sistem                         |
| g. Alamat Kantor              | : Jln. S Parman No. 1 Jakarta Barat  |
| h. Nomor HP/Tlp/Email         | : 081932323930/ahmad@ft.Untar.ac.id  |
| 4. Anggota Tim Penelitian     |  |
| a. Jumlah Anggota             | : Dosen 1 orang  |
| b. Nama Anggota I/Keahlian    | : M. Agung S, S.T., M.T, Ph.D /SCM   |
| c. Jumlah Mahasiswa           | : 2 orang  |
| Nama Mahasiswa I/NIM          | : Tharisyia Sanrio Putri./545190038  |
| Nama Mahasiswa II/NIM         | : Aifa Raviva /545200031   |
| 5. Lokasi Kegiatan Penelitian | : PT. KSL Bogor  |
| 6. Luaran yang dihasilkan     | : Prosiding SNMI atau Jurnal Nasional  |
| 7. Jangka Waktu Pelaksanaan   | : Periode I (Januari-Juni)   |
| 8. Biaya disetujui LPPM       | : Rp. 13.000.000,-   |

Menyetujui,  
Ketua LPPM



Ir. Jap Tji Beng, MMSI., M.Psi., Ph.D., P.E., M.ASCE  
NIK:10381047

Jakarta, 18 Juli 2023

Ketua Tim

Ahmad, S.T.,M.T, IPM  
NIK: 10307001

## RINGKASAN

PT. KSL merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang jasa pengecatan produk berbahan plastik, terutama produk yang di cat adalah helm. Perusahaan ini dalam melakukan proses produksi memiliki standar kualitas yang tinggi oleh karena itu perusahaan sangat memperhatikan dalam teknik proses produksi seperti pengecatan, penggunaan material, dan tenaga kerja yang dimiliki. Untuk memperoleh produk yang kualitas baik yaitu dengan memperhatikan proses produksi. PT. KSL mendapat permintaan untuk pengecatan helm dimana setiap bulannya terdapat ribuan unit sehingga untuk itu peningkatan kualitas perlu dilakukan agar produktifitas dalam perusahaan dapat optimal dan target dari perusahaan dapat tercapai. Penelitian ini menggunakan metode *lean six sigma* dikarenakan pada perusahaan terdapat masalah yaitu terjadinya pemborosan yang menyebabkan kerugian pada perusahaan seperti mengeluarkan biaya yang lebih, produktivitas menurun, dan kemungkinan akan terjadinya *delay*. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya *waste* dengan konsep *lean* yang digunakan sebagai prinsip untuk memaksimalkan produktivitas dan meningkatkan nilai kepuasan konsumen . Berdasarkan hasil observasi didapatkan dalam proses produksi terjadinya tiga bentuk pemborosan terbesar yaitu waste defect, waste motion, dan waste overprocessing. Penelitian dilakukan menggunakan metode lean six sigma dengan prinsip DMAIC yang bertujuan untuk meminimalisir waste yang terjadi dan dapat meningkatkan produktivitas dari perusahaan. penelitian ini di fokuskan pada waste defect. metode DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) sebagai pedekatan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi dan melakukan perubahan perbaikan secara bertahap serta melakukan optimalisasi pada produk dan layanan. Pengolahan data pada tahap measure menggunakan WRM dan WAQ serta membuat current value stream mapping dan analisis FMEA , dan juga akan menganalisa nilai DPMO dan tingkat sigma produk cacat serta nilai PCE (efisiensi) proses. konsep *lean* dilakukan dengan menggunakan metode *value stream mapping* untuk melihat dan menganalisis kegiatan yang memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah dalam proses kegiatan. Usulan perbaikan dilakukan berupa pembuatan check sheet, one point lesson, dan pembuatan SOP.

*Kata kunci:* KSL, Lean Six Sigma, Waste, DMAIC

## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	ii
Ringkasan.....	iii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Lampiran .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>9</b>
1.1 Latar Belakang.....	9
1.2 Identifikasi Masalah.....	14
1.3 Rumusan Masalah.....	15
1.4 Tujuan Penelitian .....	15
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>16</b>
2.1 Kualitas .....	16
2.2 Dimensi Kualitas .....	17
2.3 Pengendalian Kualitas .....	18
2.4 Produk Cacat.....	18
2.5 Lean .....	18
2.6 <i>Six Sigma</i> .....	19
2.7 <i>Lean Six Sigma</i> .....	20
2.8 <i>Waste</i> .....	20
2.9 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i> .....	22
2.10 <i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i> .....	24
2.11 <i>Operation Process Chart (OPC)</i> .....	214
2.12 Diagram Pareto .....	25
2.13 Peta Kendali P.....	26
2.14 <i>Current Value Stream Mapping (CVSM)</i> .....	27

2.15	<i>Future Value Stream Mapping (FVSM)</i> .....	29
2.16	Diagram SIPOC .....	29
2.17	<i>Project Charter</i> .....	30
2.18	PCE ( <i>Process Cycle Time</i> ) .....	31
2.19	<i>Defects Per Milion Opportunities (DPMO)</i> .....	31
2.20	CTQ ( <i>Critical to Quality</i> ).....	31
2.21	FMEA ( <i>Failure mode and effect analysis</i> ) .....	32
2.22	DMAIC .....	36
2.23	<i>Literatur Review</i> .....	37
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>48</b>
3.1	Tempat Penelitian .....	48
3.2	Waktu Penelitian.....	48
3.3	Metodologi Penelitian.....	48
3.4	Pengumpulan Data.....	51
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>52</b>
4.1	Sejarah Perusahaan .....	52
4.2	Visi, Misi, dan Strategi Perusahaan .....	52
4.3	Profil Perusahaan .....	53
4.4	Produk.....	54
4.5	Proses Produksi.....	54
4.6	Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	57
4.6.1	<i>Define</i> .....	57
4.6.1.1	Pemilihan Produk Penelitian .....	57
4.6.1.2	Diagram SIPOC .....	60
4.6.1.3	<i>Critical to Quality (CTQ)</i> .....	63
4.6.1.4	<i>Project Charter</i> .....	64
4.6.2	<i>Measure</i> .....	66
4.6.2.1	Waktu Siklus .....	66
4.6.2.2	Perhitungan <i>Manufacturing Lead Time</i> .....	67
4.6.2.3	Perhitungan <i>Process Cycle Efficiency (PCE)</i> .....	71

4.6.2.4	<i>Current Value Stream Mapping</i> .....	71
4.6.2.5	<i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i> .....	76
4.6.2.6	<i>Waste Assessment Quistionnaire (WAQ)</i> .....	78
4.6.2.7	Peta Kendali P .....	97
4.6.2.8	Perhitungan Nilai DPMO dan Tingkat Sigma.....	98
4.6.3	Tahap <i>Analyze</i> .....	99
4.6.3.1	Jenis <i>Waste</i> Pada Lini Produksi Pengecatan Helm.....	100
4.6.3.2	<i>Fishbone Diagram</i> .....	103
4.6.3.3	<i>Why – Why Analysis</i> .....	107
4.6.3.4	<i>Failure Mode and Effect Anaylsis (FMEA)</i> .....	112
4.6.4	Tahap <i>Improve</i> .....	112
4.6.4.1	Metode 5W + 1H.....	114
4.6.4.2	<i>Action Plan</i> .....	116
4.6.4.3	<i>Future Value Stream Mapping (FVSM)</i> .....	121
4.6.4.4	Usulan Pembuatan <i>Checksheets</i> .....	125
4.6.4.5	<i>One Point Lesson</i> .....	128
4.6.4.6	Standar Operasional Prosedur (SOP) .....	129
4.6.5	Tahap <i>Control</i> .....	130
4.6.5.1	Implementasi Usulan Perbaikan .....	130
4.7	Perhitungan Setelah Implementasi.....	136
<b>BAB 5 KESIMPULAN</b> .....		<b>139</b>
5.1	Kesimpulan .....	139
5.2	Saran .....	140
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>xvii</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Produk Helm <i>Shell</i> .....	2
Gambar 1.2	Salah Satu Contoh Produk <i>Defect</i> .....	3
Gambar 1.3	Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 2.1	Contoh <i>Operation Process Chart</i> .....	15
Gambar 2.2	Contoh Diagram Pareto .....	16

Gambar 2.3 Contoh <i>Project Charter</i> .....	20
Gambar 2.4 Contoh CTQ ( <i>Critical to Quality</i> ) .....	22
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian .....	49
Gambar 4.1 Photo Perusahaan PT. Kandakawana Sakti .....	53
Gambar 4.2 Logo Perusahaan .....	53
Gambar 4.3 Produk <i>Helm shell</i> .....	54
Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Produksi .....	54
Gambar 4.5 <i>Operation Process Chart</i> .....	55
Gambar 4.6 Diagram Pareto Produk <i>Defect</i> .....	60
Gambar 4.7 Diagram SIPOC.....	61
Gambar 4.8 <i>Critical to Quality</i> .....	63
Gambar 4.9 <i>Critical to Quality</i> .....	63
Gambar 4.10 <i>Current value stream mapping</i> .....	75
Gambar 4.11 Diagram Pareto <i>Waste</i> .....	96
Gambar 4.12 Peta Kendali P .....	98
Gambar 4.13 <i>Fishbone Defect</i> Bintik Kotor .....	104
Gambar 4.14 <i>Fishbone Defect</i> Nyerep .....	105
Gambar 4.15 <i>Fishbone Defect</i> Meler .....	106
Gambar 4.16 <i>Future Value Stream Mapping</i> .....	119
Gambar 4.17 <i>One Point Lesson</i> Dimensi.....	126
Gambar 4.18 <i>One Point Lesson</i> Meler .....	127
Gambar 4.19 <i>One Point Lesson</i> Nyerep .....	127
Gambar 4.20 <i>One Point Lesson</i> Kentob .....	128
Gambar 4.21 SOP Penggunaan <i>Spray Gun</i> .....	129
Gambar 4.22 Implementasi <i>One Point Lesson</i> Dimensi .....	130
Gambar 4.23 Implementasi <i>Checksheet Mixing Cat</i> .....	131
Gambar 4.24 Impelentasi <i>One Point Lesson</i> Cat Meler .....	131
Gambar 4.25 Implementasi <i>Checksheet Quality Control</i> Lap & Kereta .....	132
Gambar 4.26 Implementasi <i>Checksheet Maintenance Tools</i> .....	133
Gambar 4.27 Implementasi <i>One Point Lesson</i> Cat Nyerep .....	134

Gambar 4.28 Implementasi <i>Checksheet Quality Control Gores</i> .....	134
Gambar 4.29 Implementasi <i>Checksheet Silicon</i> .....	135
Gambar 4.30 Implementasi SOP <i>Spray Gun</i> .....	135
Gambar 4.31 Peta Kendali Baru.....	137

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Pertanyaan Analisa WRM.....	12
Tabel 2.2 Nilai konversi simbol huruf WRM.....	13
Tabel 2.3 <i>Simbol Value Stream Mapping</i> .....	17
Tabel 2.4 Skala Penilaian <i>Severity</i> .....	23
Tabel 2.5 Skala Penilaian <i>Occurrence</i> .....	24
Tabel 2.6 Skala Penilaian <i>Detection</i> .....	25
Tabel 2.7 <i>Literature Review</i> .....	27
Tabel 3.1 <i>Gantt Chart Time Schedule</i> .....	48
Tabel 4.1 Data Produksi Pengecatan Helm <i>Shell</i> .....	58
Tabel 4.2 Data Produksi Berdasarkan Jenis <i>Defect</i> .....	58
Tabel 4.3 <i>Project Charter</i> .....	65
Tabel 4.4 Waktu Siklus Proses Produksi Pengecatan Helm <i>Shell</i> .....	66
Tabel 4.5 Uji Kenormalan.....	67
Tabel 4.6 Uji Keseragaman.....	68
Tabel 4.7 Uji Kecukupan .....	68
Tabel 4.8 Perhitungan <i>Manufacturing Lead Time</i> .....	69
Tabel 4.9 Data Waktu <i>Current Value Stream Mapping</i> .....	71
Tabel 4.10 Pembobotan <i>Waste Relationship Matrix</i> .....	76
Tabel 4.11 <i>Waste Relationship Matrix</i> .....	77
Tabel 4.12 Hasil Nilai Konversi.....	78
Tabel 4.13 Hasil Dari Pembobotan Setiap Jenis Pertanyaan.....	79
Tabel 4.14 Pembobotan Waste berdasarkan WRM.....	82
Tabel 4.15 Perhitungan Pembobotan <i>Waste</i> Berdasarkan Ni.....	86
Tabel 4.16 Pembobotan Akhir .....	91
Tabel 4.17 Analisa WRM dan WAQ .....	96
Tabel 4.18 Data Produksi dan <i>Defect</i> Produk Helm .....	97
Tabel 4.19 Perhitungan DPMO .....	98

Tabel 4.20 <i>Why – Why Analysis Waste Motion</i> .....	107
Tabel 4.21 <i>Why – Why Analysis Waste Over Production</i> .....	107
Tabel 4.22 Analisa FMEA .....	109
Tabel 4.23 Analisis 5W + 1H.....	113
Tabel 4.24 <i>Action Plan</i> .....	114
Tabel 4.25 Perhitungan <i>Manufacturing Lead Time</i> Setelah Perbaikan.....	116
Tabel 4.26 Perbandingan CVSM dan FVSM.....	117
Tabel 4.27 <i>Checksheet Maintenance Tools</i> .....	121
Tabel 4.28 <i>Checksheet Quality Control Gores</i> .....	123
Tabel 4.29 <i>Checksheet Quality Control</i> kebersihan lap dan kereta .....	124
Tabel 4.30 <i>Checksheet Quality Control Mixing Cat</i> .....	125
Tabel 4.31 <i>Checksheet Quality Control Silicon</i> .....	136
Tabel 4.32 Data <i>Defect</i> Pengecatan Helm Setelah Perbaikan .....	136
Tabel 4.33 perbandingan data <i>defect</i> sebelum dan sesudah perbaikan .....	137
Tabel 4.34 perhitungan peta kendali P Baru .....	138

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pada zaman sekarang perkembangan di dunia industri begitu pesat. Saat ini di era industri 4.0 ini setiap perusahaan memiliki tantangan persaingan yang ketat sehingga untuk mampu bersaing perusahaan harus mengoptimalkan produk dan layanan yang mereka punya.

Agar produk dapat sampai ke konsumen dengan optimal salah satu aspek yang penting adalah aspek kualitas, Menurut Kotler dan Keller (2016) kualitas produk adalah kemampuan suatu produk untuk memberikan hasil dan manfaat yang sesuai atau melebihi dari kebutuhan dari konsumen [1]. Kualitas dalam produk akan dinilai baik oleh konsumen jika kualitas dari produk tersebut dapat memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan, sebaliknya jika kualitas produk yang buruk adalah ketika produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar yang perusahaan buat dan perusahaan menghasilkan produk yang rusak. Kualitas dalam produk dan layanan harus selalu diperhatikan dengan kebutuhan konsumen, dikarenakan jika aspek kualitas diabaikan maka dapat berdampak buruk untuk perusahaan. Dengan adanya kualitas yang terjaga maka kepuasan konsumen akan meningkat yang akan menghasilkan keuntungan untuk perusahaan begitu pula sebaliknya jika kualitas tidak dijaga maka akan membawa dampak yang buruk untuk perusahaan seperti menurunnya profit dan hilangnya kepercayaan dari konsumen. Maka dari itu untuk mempertahankan dan mengembangkan kualitas dan kualitas dari produk dan layanan perusahaan dapat melakukan pengendalian kualitas. Menurut Bakhtiar (2013) pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dari proses kerja dan memastikan kinerja berjalan dengan baik. Pengendalian kualitas sendiri merupakan aktivitas dalam ilmu teknik dan manajemen yang digunakan untuk membandingkan kualitas produk dengan spesifikasi yang sudah ditentukan perusahaan dan akan diambil tindakan perbaikan yang sesuai jika ada perbedaan dari spesifikasi standar perusahaan [2]. Pengendalian kualitas juga dilakukan untuk dapat menjamin produk yang

dihasilkan sesuai dengan spesifikasi dari perusahaan dengan adanya demikian produk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Peningkatan kualitas selalu menjadi faktor penting untuk perusahaan dapat bersaing dengan produk yang beredar dipasar dan perkembangan suatu perusahaan. Salah satu dari peningkatan kualitas adalah dengan meminimalisir jumlah *defect* dari suatu produk yang dihasilkan perusahaan. Dengan meminimalisir jumlah produk *defect* yang ada akan membuat produktifitas dari perusahaan meningkat, proses produksi yang berjalan optimal dan berkurangnya *waste* yang dihasilkan. Menurut Mulyadi (2012) produk *defect* adalah produk yang tidak sesuai dengan standar nilai mutu yang telah ditentukan perusahaan, oleh karena itu perlu dilakukannya pengerjaan kembali namun diperlukannya biaya tambahan, produk itu dilakukan pengerjaan kembali untuk dijadikan kembali produk yang lebih baik [3].

PT. KSL adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang pengecatan helm *shell*. PT. KSL mendapat permintaan untuk pengecatan helm *shell* setiap bulannya terdapat ribuan unit sehingga untuk itu peningkatan kualitas perlu dilakukan agar produktifitas dalam perusahaan dapat optimal dan target dari perusahaan dapat tercapai. Untuk melakukan pengecatan helm *shell* terdapat berbagai proses mulai dari produk belum dicat sampai produk selesai pengecatan. Dalam proses pengecatan berlangsung sering ditemukannya produk *defect* yang dihasilkan oleh berbagai macam sumber dan *waste* yang terjadi pada proses produksinya. Berikut merupakan foto produk dari helm *shell* yang dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan salah satu contoh produk *defect* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.1 Produk Helm *Shell*



Gambar 1.2 Salah Satu Contoh Produk *Defect*

Jenis *defect* yang terjadi yaitu, gores, dimensi, nyerep, *silicon*, bintik bahan material, buram, *adhision*, *leathing*, *poping*, *up short*, meler, tipis, bruntus, kulit jeruk, kulit tangan, jatuh, beradu, belang, *examplas*, kentob, bintik kotor, dan bintik air. PT KSL mendapat permintaan untuk pengecatan helm *shell* setiap bulannya terdapat ribuan unit sehingga untuk itu peningkatan kualitas perlu dilakukan agar produktifitas dalam perusahaan dapat optimal dan target dari perusahaan dapat tercapai. Untuk analisa lebih lanjut diperlukan data yang akan dijadikan bahan penelitian pada studi kasus ini. data yang diambil merupakan data *reject* produk helm *shell* periode bulan Juli-des 2022. Berikut merupakan data hasil pengecatan helm *shell* yang dapat dilihat pada Tabel 1.1. Untuk jumlah *defect* berdasarkan jenis *defect* dapat dilihat pada tabel 1.2

**Tabel 1.1 Hasil Pengecatan Helm *Shell***

<b>Hasil Pengecatan Bulanan Helm <i>Shell</i></b>				
<b>Bulan</b>	<b>Di cat</b>	<b><i>Good</i></b>	<b><i>Not Good</i></b>	<b>%</b>
juli	10923	1019	9904	90,67%
agust	31620	3589	28031	88,65%
sept	31166	543	30623	98,26%
okt	18480	302	18178	98,37%
nop	30159	1529	28630	94,93%
des	30084	2540	27544	91,56%
<b>Total</b>	<b>152432</b>	<b>9522</b>	<b>142910</b>	<b>93,74%</b>

**Tabel 1.2 Jumlah Defect Berdasarkan Jenis**

<b>Bulan</b>	juli	agus	sept	okt	nop	des	Total
Gores	5	19	17	13	19	70	<b>143</b>
Dimensi				1	4	3	<b>8</b>
Nyerep			66		60	126	<b>252</b>
Silicon	6	27	33	35	81	73	<b>255</b>
Bintik BM							<b>0</b>
Buram							<b>0</b>
<i>Adhision</i>							<b>0</b>
<i>Leafthing</i>		2					<b>2</b>
<i>Poping</i>	4	11		4			<b>19</b>
<i>Up Short</i>							<b>0</b>
Meler	82	118	341	174	183	184	<b>1082</b>
Tipis	1	23	34	21	14	23	<b>116</b>
Bruntus		1					<b>1</b>
Kulit Jeruk	1		1		1		<b>3</b>
Kulit Tangan							<b>0</b>
Jatuh							<b>0</b>
Beradu	11	24	52	29	24	20	<b>160</b>
Belang		1			2		<b>3</b>
Exampelas		1				40	<b>41</b>
Kentob	5	47	18	54	62	55	<b>241</b>
Bintik Kotor	9771	27707	30036	17832	28155	26901	<b>140402</b>
Bintik Air	18	50	25	15	25	49	<b>182</b>
<i>Total Not Good</i>	<b>9904</b>	<b>28031</b>	<b>30623</b>	<b>18178</b>	<b>28630</b>	<b>27544</b>	<b>142910</b>

Dapat diketahui dari tabel 1.1 pada bulan jul– des 2022 perusahaan memproduksi 152.432 produk yang terdiri dari 22 jenis *defect* dihasilkan, untuk setiap bulannya terdapat presentase produk *defect* yang tinggi yaitu berkisar 93,74% dari total produksi produk. Oleh karena itu dilakukan analisa pada proses produksi pengecatan helm *shell* untuk mengetahui *defect* yang berpengaruh, setelah dilakukannya analisa data lebih *detail* yang dapat dilihat pada tabel 1.2 diketahui bahwa untuk *defect* produk terbanyak berada pada jenis *defect* bintik kotor. Untuk mengatasi *defect* bintik kotor yang cukup tinggi ini perusahaan menggunakan proses *buffing*, proses *buffing* adalah proses menghaluskan permukaan helm

dengan menggunakan *compound*, amplas, dan mesin poles, hal ini hanya dapat dilakukan untuk mengatasi jenis *defect* bintik kotor saja. Untuk jenis *defect* lainnya akan dilakukan proses *repair* mulai dari tahap awal. Berikut merupakan data *defect* setelah dilakukannya proses *buffing* yang dapat dilihat pada tabel 1.3.

**Tabel 1.3 Data Defect Setelah Proses Buffing**

<b>Bintik Kotor</b>	<b>OK Buffing</b>	<b>Not Good Buffing</b>	<b>% Defect</b>
9771	9439	332	3,52%
27707	27024	683	2,53%
30036	29168	868	2,98%
17832	16833	999	5,93%
28155	27438	717	2,61%
26901	26179	722	2,76%
<b>140402</b>	<b>136081</b>	<b>4321</b>	<b>3,39%</b>

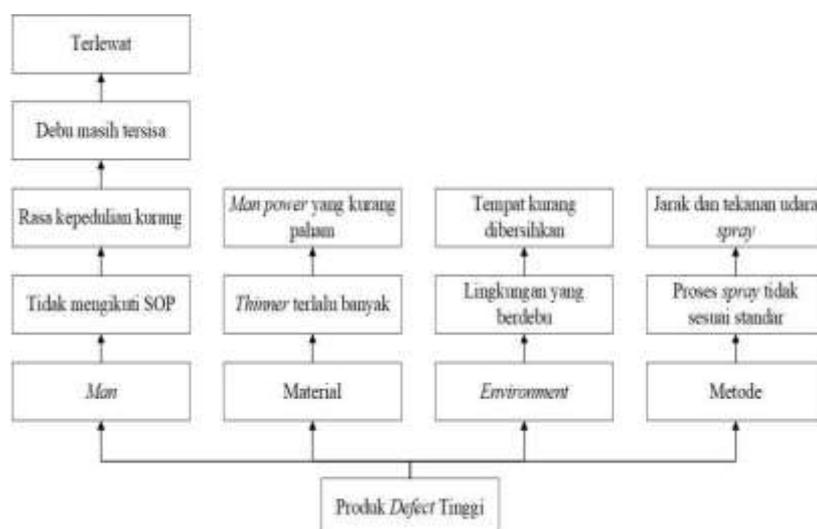
Setelah dilakukannya *buffing* dapat dilihat bahwa jumlah produk *not good* yang berkurang cukup jauh dari sebelum proses *buffing*, namun proses *buffing* ini bukan menjadi proses yang paten dalam proses pengecatan produk helm dikarenakan hasil yang dihasilkan dari proses *buffing* memiliki kualitas yang berbeda dari produk yang dihasilkan sempurna. Untuk melakukan proses *buffing* sendiri membutuhkan material tambahan seperti *compound*, amplas, dan mesin poles, juga diperlukan tenaga kerja dan waktu kerja untuk melakukan proses *buffing* sehingga hal ini dapat berpengaruh ke perusahaan seperti berkurangnya profit yang dihasilkan, hasil kualitas yang kurang maksimal untuk produk yang di *buffing* dan kemungkinan terjadinya *delay* pada pengiriman produk.

Penelitian ini menggunakan metode *lean six sigma* dikarenakan pada perusahaan terdapat masalah yaitu terjadinya pemborosan yang menyebabkan kerugian pada perusahaan seperti mengeluarkan biaya yang lebih, produktivitas menurun, dan kemungkinan akan terjadinya *delay*. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya *waste* dengan konsep *lean* yang digunakan sebagai prinsip untuk memaksimalkan produktivitas dan meningkatkan nilai kepuasan konsumen serta *six sigma* digunakan sebagai kerangka berpikir untuk meningkatkan kualitas pada produk dan layanan perusahaan dengan berfokus pada proses. Untuk konsep *lean* dilakukan dengan menggunakan metode *value stream mapping* untuk melihat dan menganalisis kegiatan yang memberikan nilai tambah

dan tidak memberikan nilai tambah dalam proses kegiatan. Untuk *konsep six sigma* dilakukan dengan menggunakan metode DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) sebagai pendekatan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi dan melakukan perubahan perbaikan secara bertahap dan melakukan optimalisasi pada produk dan layanan. Diharapkan dengan menggunakan metode *lean six sigma* dapat mengatasi *waste* produk yang dihasilkan oleh perusahaan sehingga perusahaan dapat melakukan perubahan perbaikan sehingga produktifitas dapat optimal dan efisien.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi berdasarkan yang dijelaskan pada latar belakang adalah PT. KSL memiliki permasalahan terutama pada produktifitas yang belum optimal dikarenakan jumlah *reject* pada hasil pengecatan helm yang masih cukup tinggi, dengan adanya produk *reject* yang cukup tinggi mengharuskan perusahaan mengeluarkan biaya lebih untuk melakukan penanganan produk cacat. Penelitian ini dilakukan dengan metode *lean six sigma* dengan harapan dapat menurunkan *waste* yang dihasilkan dengan perubahan yang dilakukan secara bertahap terutama untuk produk *reject*, perusahaan dan dapat memberikan solusi untuk perusahaan agar produktifitas dapat berjalan lebih maksimal serta dapat memaksimalkan kepuasan pelanggan. Berikut merupakan diagram keterkaitan masalah pada PT. KSL yang dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Diagram Keterkaitan Masalah

### 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan pada PT. KSL adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis *waste* dari pengecatan helm pada PT. KSL dengan menggunakan metode *lean six sigma*.
2. Melakukan peningkatan kualitas dengan menggunakan *lean six sigma* untuk meningkatkan kepuasan konsumen.
3. Melakukan identifikasi penyebab-penyebab terjadinya produktifitas yang kurang optimal pada proses pengecatan helm.
4. Menganalisa cara untuk meningkatkan produktifitas pada PT. KSL dengan memberikan saran perbaikan untuk mengurangi *waste* yang terjadi.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dilakukan penelitian ini pada PT KSL adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui produktifitas dari pengecatan helm pada PT. KSL dengan menggunakan metode *lean six sigma*.
2. Membuat peningkatan kualitas dengan standarisasi produksi yang lebih optimal dengan menggunakan *lean six sigma*.
3. Mengetahui akar permasalahan dari *waste* yang terjadi dalam proses pengecatan helm.
4. Memberikan usulan untuk meningkatkan hasil dari pengecatan helm dan mengurangi *waste* yang terjadi.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kualitas**

Kualitas merupakan kemampuan dari produk untuk melakukan fungsinya meliputi daya tahan, kehandalan, ketelitian yang diperoleh produk secara keseluruhan [4]. Kualitas merupakan suatu produk yang dihasilkan melalui beberapa tahapan proses dengan memperhitungkan nilai suatu produk tanpa mengurangi nilai produk sehingga menghasilkan produk yang sesuai harapan konsumen. Dalam mencapai tujuan kualitas produk diperlukan suatu standarisasi kualitas. Hal ini dilakukan agar produk yang dihasilkan dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

#### **2.2 Dimensi Kualitas**

Menurut Tjipto (2008) kualitas suatu produk ditentukan melalui dimensi-dimensi yang dimiliki [5]. Dimensi tersebut meliputi:

1. *Performance*, berhubungan dengan karakteristik dari operasi dasar suatu produk.
2. *Durability*, berhubungan dengan berapa lama atau daya tahan produk yang bersangkutan sebelum produk tersebut harus diganti yang baru. Semakin besar frekuensi pemakaian produk maka akan semakin besar juga daya produk.
3. *Conformance to specifications*, berhubungan dengan sejauh mana karakteristik operasi dasar dari suatu produk memenuhi spesifikasi dari konsumen atau tidak terdapatnya produk *defect*.
4. *Features*, berhubungan dengan produk yang dirancang dapat menyempurnakan fungsi dari produk atau menambah ketertarikan konsumen terhadap produk.
5. *Reliability*, berhubungan dengan probabilitas produk akan bekerja dengan memuaskan atau tidak dalam waktu periode tertentu. Semakin kecilnya produk rusak maka akan kemungkinan produk dapat diandalkan.
6. *Aesthetics*, berhubungan dengan penampilan produk.

7. *Perceived quality*, berhubungan dengan hasil dari penggunaan pengukuran yang dilakukan secara tidak langsung yang berasal dari konsumen yang kemungkinan tidak mengerti atas produk yang bersangkutan.
8. *Serviceability*, berhubungan dengan kecepatan dan kemudahan untuk direparasi, kompetensi, dan jangkauan staf layanan.

### **2.3 Pengendalian Kualitas**

Menurut Gasperz (2005) pengendalian kualitas adalah teknik dan aktifitas operasional yang digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang diharapkan dari sebuah produk. Pengendalian kualitas adalah kombinasi dari semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas pada produk dengan biaya seekonomis mungkin dan memenuhi syarat pemesanan. Pengendalian kualitas melalui penurunan variasi karakteristik dari suatu produk yang dihasilkan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan spesifikasi untuk meningkatkan kepuasan konsumen [6].

### **2.4 Produk Cacat**

Menurut Bustami & Nurlela (2007) produk cacat adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi tidak sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan, namun masih bisa dilakukan perbaikan dengan mengeluarkan biaya tertentu [7]. Produk cacat adalah produk yang dihasilkan melalui suatu proses namun produk tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan namun masih bisa diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu.

### **2.5 Lean**

Menurut Gaspersz (2007) *Lean* adalah suatu usaha yang dilakukan terus menerus (*continuous improvement*) pada suatu kegiatan manufaktur untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi, meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari produk (barang dan jasa) serta meningkatkan nilai manfaat kepada pelanggan (*customer value*). *Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan usaha dengan pendekatan sistematis yang berguna untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosanyang terjadi (*waste*) atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) dengan melakukan peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara

mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dan mengidentifikasi konsumen internal dan eksternal untuk meningkatkan keunggulan dan kesempurnaan.

Dalam *lean* ini kita akan mencari cara untuk menemukan cara terbaik dalam proses membuat produk (barang/jasa) dimana *waste* yang dihasilkan akan diminimalisir dan dapat menghasilkan produk yang berkualitas dan produktifitas yang efektif. Menurut Gasperz (2007) terdapat lima prinsip dasar dalam *lean* yaitu: [8]

1. Mengidentifikasi manfaat dari produk (barang dan/jasa) berdasarkan kebutuhan konsumen, dimana konsumen membutuhkan produk (barang/jasa) yang berkualitas dengan harga yang kompetitif dan pelayanan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi setiap proses produk (barang/jasa) dari awal hingga akhir dengan menggunakan *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*).
3. Menghilangkan pemborosan (*waste*) yang tidak bernilai tambah (*non value added*) dari setiap proses.
4. Mengkoordinasikan material, informasi, dan produk dapat mengalir secara lancar dan efisien untuk setiap prosesnya menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Mencari terus-menerus berbagai cara dan metode untuk meningkatkan kualitas sehingga produktifitas menjadi optimal.

## 2.6 *Six Sigma*

Menurut Gasperz (2002) *six sigma* adalah visi dalam peningkatan kualitas menuju target 3,4 DPMO (*Defect Per Milion Oportunity*) untuk setiap transaksi produk (barang dan jasa) yang bertujuan untuk mencapai kesempurnaan (*zero defect*) [9]. Prinsip dalam *six sigma* ini adalah perbaikan kualitas untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dengan melakukan *improvement* pada proses kegiatan berlangsung untuk menghasilkan produk yang berkualitas baik. Pendekatan dengan menggunakan *six sigma* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dari *waste* yang selanjutnya akan dilakukan penanganan

dan perbaikan produk untuk mengurangi biaya yang dikeluarkan, mengurangi waktu yang digunakan dan menjaga kepuasan konsumen.

### **2.7 Lean Six Sigma**

Menurut Gaspersz (2006) *lean six sigma* adalah kombinasi antara *lean* dan *six sigma* yang digunakan dalam filosofi bisnis, pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* dari proses kegiatan produk yang dilakukan secara terus-menerus untuk mencapai tingkat kinerja *six sigma* [10].

Dapat diketahui bahwa *lean six sigma* ini digunakan untuk perbaikan berbasis data menggunakan perbaikan berkonsep PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) yang digunakan untuk mencegah terjadinya *waste*. Pada pendekatan *lean* bertujuan untuk mengurangi pemborosan dalam proses dan *six sigma* bertujuan untuk mengurangi variasi proses, dari penggunaan *lean six sigma* ini diharapkan dapat meningkatkan peningkatan kualitas, mengurangi *waste*, mengoptimalkan sumber daya dan dapat membantu meningkatkan kepuasan konsumen.

### **2.8 Waste**

Menurut Alwi, Sugiharto, Hampson, Keith, Mohamed, Sherif (2002) *waste* merupakan segala hal yang menimbulkan kehilangan dari sebuah aktivitas menghasilkan secara langsung atau tidak langsung menghasilkan biaya tetapi tidak menambah nilai dari produk berdasarkan sudut pandang klien [11]. Pada Toyota *Production System* terdapat *seven plus one types of waste* atau pemborosan terdapat tujuh plus satu macam *waste* yaitu:

#### *1. Over Production*

Adalah jenis pemborosan yang terjadi karena memproduksi produk secara berlebihan yang mengakibatkan penumpukan pada produk sehingga memerlukan penyimpanan, pengangkutan, serta menimbulkan produk cacat.

#### *2. Waiting Time*

Adalah pemborosan yang disebabkan oleh ketidakseimbangan pada alur proses produksi sehingga terdapat pekerja hanya menunggu proses mesin, peralatan, dan bahan baku berjalan untuk melanjutkan ke proses selanjutnya.

### 3. *Transportation*

Adalah jenis pemborosan yang terjadi di rantai produksi, waste produksi terjadi diantara proses pembuatan, aliran pengolahan dan pengiriman ke pelanggan, membawa barang dalam proses dalam jarak yang jauh, angkutan produk yang tidak efisien, memindahkan material, komponen dan barang jadi ke dalam maupun ke luar gedung.

### 4. *Processing*

Adalah pemborosan yang terjadi dikarenakan proses yang berlebihan yang tidak dibutuhkan konsumen. Seperti perusahaan membuat produk diluar kebutuhan konsumen yang dapat menciptakan limbah. Melakukan proses yang tidak dibutuhkan dapat membuang sumber daya, gerakan yang tidak perlu dan kualitas yang dapat terganggu.

### 5. *Inventory*

Adalah pemborosan yang disebabkan oleh kelebihan material dalam proses yang menyebabkan terjadinya *lead time* yang panjang, barang *expired*, dan barang rusak serta terjadinya penambahan biaya pada pengangkutan dan penyimpanan.

### 6. *Motion*

Adalah jenis pemborosan yang disebabkan oleh gerakan pekerja yang berlebihan pada saat melakukan tugasnya, seperti meraih, mencari, dan menumpuk komponen dan alat lainnya. Dalam hal ini pekerja melakukan gerakan yang tidak diperlukan untuk melakukan tugasnya.

### 7. *Defect*

Adalah jenis pemborosan yang disebabkan oleh memproduksi barang cacat yang memerlukan perbaikan, perbaikan yang dilakukan menguras biaya dan waktu dari proses produksi.

### 8. *Defective Design*

Adalah pemborosan yang disebabkan oleh pengerjaan desain yang tidak memenuhi kebutuhan konsumen dan penambahan fitur yang tidak dibutuhkan.

## 2.9 Waste Relationship Matrix (WRM)

*Waste Relationship Matrix* (WRM) menurut Rawabdeh (2005) merupakan pengukuran yang digunakan sebagai analisa kriteria hubungan antara *waste* yang terjadi [12]. WRM adalah matrix yang digunakan untuk menganalisa kriteria pengukuran waste pada WRM terdiri dari matrix yang terdapat baris dan kolom. Untuk baris menunjukkan pengaruh suatu *waste* tertentu kepada enam *waste* lainnya. Untuk kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhinya oleh faktor *waste* lainnya. Pertanyaan dari masing-masing hubungan yang ditanyakan dengan panduan skor yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Pertanyaan Analisa WRM  
Sumber : Rawabdeh (2005)

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

Ke enam pertanyaan tersebut akan diajukan untuk masing-masing hubungan waste sehingga didapatkan 186 pertanyaan (31 hubungan x 6 pertanyaan). Skor yang telah diperoleh akan ditotal dan kemudian didapatkan nilai total tiap hubungan. Kemudian nilai tersebut di konversikan menjadi kekuatan hubungan

(A,I,U,E,O,X). berikut merupakan pengertian dari nilai konversi skor ke simbol huruf WRM yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai konversi simbol huruf WRM  
Sumber : Rawabdeh (2005)

<b>Range</b>	<b>Jenis Hubungan</b>	<b>Simbol</b>
17-20	<i>Absolutely necessary</i>	A
9-12	<i>Especially Important</i>	E
5-8	<i>Important</i>	I
1-4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

Hasil dari konversi akan digunakan untuk menghitung tingkat pengaruh dengan konversi A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil dari perhitungan akan dijumlahkan sehingga akan diketahui pengaruh yang ditulis dalam satuan persentase.

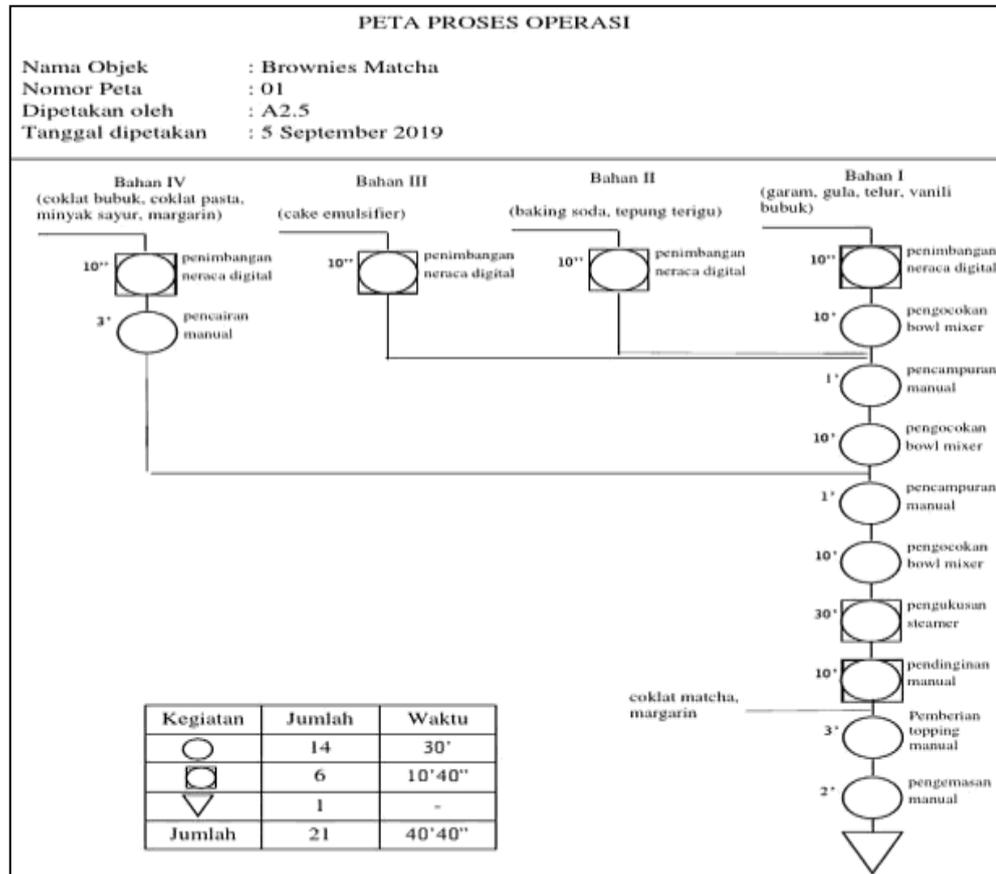
### 2.10 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

*Waste Assessment Questionnaire* adalah model yang dikembangkan untuk membuat sederhana dalam pencarian suatu permasalahan *waste* dan melakukan identifikasi untuk mengeliminasi *waste* [13]. Model dalam WAM menggambarkan hubungan antar *waste* yaitu *overproduction, process, inventory, transportation, defects, waiting* dan *motion*. Tahapan WAM adalah membuat *seven waste relationship, waste relationship matrix*, dan *waste assessment quistionare*. *Waste Assessment Questionnaire* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada proses produksi. Kuisisioner *assessment* memiliki 68 pertanyaan yang berbeda dengan tujuan kuisisioner untuk menentukan *waste*. Beberapa pertanyaan dikelompokkan dengan tulisan *from* untuk menjelaskan *waste* yang ada dan dapat mengakibatkan timbulnya jenis *waste* berdasarkan *waste relationship matrix*. Sedangkan pertanyaan lain dengan tulisan *to* untuk memberikan penjelasan setiap jenis *waste* yang ada karena timbul akibat pengaruh *waste* yang lainnya.

### 2.11 Operation Process Chart (OPC)

Menurut Satalaksana (2006) *operation process chart* adalah diagram yang menggambarkan proses melalui setiap langkah yang akan dialami oleh bahan baku

dengan menggunakan urutan-urutan operasi dan pemeriksaan yang dilakukan sejak awal hingga akhir menjadi produk jadi [14]. Berikut merupakan contoh dari *operation process chart* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1

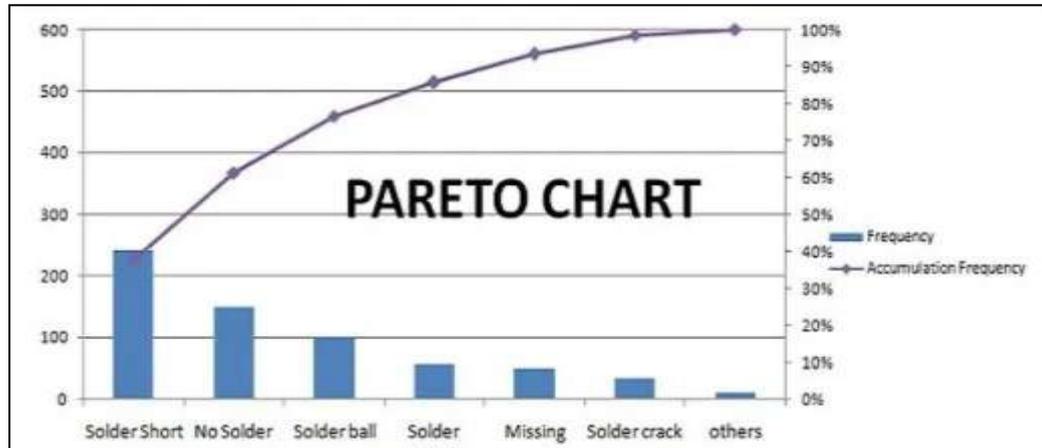


Gambar 2.1 Contoh *Operation Process Chart*  
 (Sumber: [www.kibrispdr.org](http://www.kibrispdr.org))

## 2.12 Diagram Pareto

Menurut Heizer, Jay dan Barry Render (2006) diagram Pareto adalah metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memusatkan perhatian dengan konsep 80%-20% dimana permasalahan tertinggi 80% yang berpengaruh terhadap proses sehingga 80% masalah harus diatasi. Diagram pareto adalah salah satu tools dari 7 *tools* yang sering digunakan dalam pengendalian kualitas. Diagram pareto berfungsi untuk menampilkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian dalam bentuk grafik batang, dalam penggunaannya diagram pareto ini sangat bermanfaat untuk menentukan dan mengidentifikasi masalah yang prioritas yang akan diselesaikan, masalah yang sering terjadi akan

diselesaikan dalam nilai 80% masalah [15] . Berikut merupakan contoh dari diagram pareto yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto  
(Sumber : ilmumanajemenindustri.com)

### 2.13 Peta Kendali P

Menurut Besterfield (1990) peta kendali adalah teknik yang dikenal untuk memecahkan permasalahan yang terjadi dan menghasilkan perbaikan kualitas. Metode grafik yang digunakan berfungsi untuk megevaluasi apakah suatu aktivitas masih berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan permasalahan dan dapat meningkatkan kualitas [16]. Peta kendali P digunakan untuk mengetahui apakah produk yang cacat masih dalam batas yang disyaratkan, dari peta kendali P dapat diukur proporsi dari produk cacat dalam proses produksi. Peta kendali P digunakan ketika sampel pengambilan data adalah tidak konstan. Berikut merupakan rumus dari peta kendali P: Perhitungan proporsi produk *defect*

$$\text{Proporsi} = \frac{\text{Total Defect pada hari} - n}{\text{Ukuran Sampel pada hari} - n} \dots\dots\dots (2.1)$$

1. Perhitungan garis center line

$$CL = \hat{p} = \frac{\text{Total Proporsi Defect}}{\text{Total Hari}} \dots\dots\dots (2.2)$$

2. Perhitungan batas kendali

$$UCL = \hat{p} + 3\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$LCL = \hat{p} - 3\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

$\hat{p}$  = Proporsi

$n$  = Jumlah total produk

CL = *Central Line*

UCL = *Upper Control Limit*

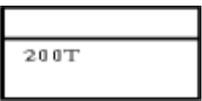
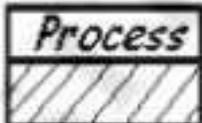
LCL = *Lower Control Limit*

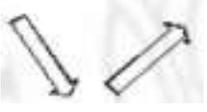
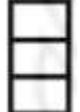
#### 2.14 *Current Value Stream Mapping (CVSM)*

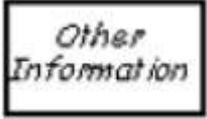
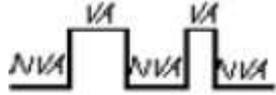
Menurut Womack & Jones (2003) *current value stream mapping* adalah seluruh kegiatan *value added* atau *non value added* yang dibutuhkan dalam proses produksi utama produk [17]. Pada penggunaan *value stream mapping* perusahaan dapat mengetahui pemborosan dan penyebabnya, dengan menggunakan *value stream mapping* gambaran pada proses digambarkan dengan simbol yang mewakili aktivitas. Simbol yang digunakan dalam *value stream mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Simbol Value Stream Mapping*

(Sumber : Setiawan (2007))

Simbol	Keterangan
 <i>Customer/Supplier</i>	Simbol ini menggambarkan <i>supplier</i> bila diletakkan di kiri atas sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara Gambar di kanan atas akan menggambarkan <i>customer</i> biasanya sebagai titik akhir aliran material
 <i>Dedicated Process</i>	Simbol ini berarti proses, operasi, mesin atau departemen yang dilalui aliran material. Secara khusus, simbol ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu
	Simbol ini berarti operasi, proses, departemen atau stasiun kerja dengan hubungan yang saling berbagi dalam proses. Dalam simbol ini jumlah operator yang

Simbol	Keterangan
<i>Shared Process</i>	dibutuhkan dalam <i>value stream</i> dipetakan, bukan hanya sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk
 <i>Shipments</i>	Simbol ini menggambarkan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga sampai gudang penyimpanan akhir di pabrik. Bisa juga pergerakan dari produk akhir di gudang penyimpanan pabrik sampai ke konsumen
 <i>Data Box</i>	Simbol ini memiliki lambang didalamnya yang menyatakan informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem
 <i>Inventory</i>	Simbol ini menggambarkan keberadaan akan <i>inventory</i> diantara dua proses
 <i>Push Arrow</i>	Simbol ini menggambarkan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya
 <i>Safety Stock</i>	Simbol ini menggambarkan sebuah persediaan ( <i>safety stock</i> ) yang mengatasi masalah seperti <i>downtime</i> , untuk melindungi sistem dalam mengatasi fluktuasi pemesanan konsumen secara tiba-tiba atau terjadinya kerusakan pada sistem
 <i>Shipment</i>	Simbol ini menggambarkan pengiriman yang dilakukan dari supplier ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal
 <i>Operator</i>	Simbol ini menggambarkan operator. simbol ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan dalam suatu proses

Simbol	Keterangan
 <p data-bbox="422 515 502 548"><i>Other</i></p>	Simbol ini menyatakan informasi atau hal lain yang penting
 <p data-bbox="406 689 523 723"><i>Timeline</i></p>	Simbol ini menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah ( <i>cycle times</i> ) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu)

### 2.15 *Future Value Stream Mapping (FVSM)*

*Future value stream mapping* adalah gambaran luas proses produksi yang digunakan untuk melihat informasi yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan dari *current value stream mapping* [18]. Pada *future value stream mapping* hal yang diterapkan adalah pemetaan kondisi perusahaan di masa yang akan datang. Melalui *Future value stream mapping* dapat dibandingkan perbedaan sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan dari nilai *value added* dan *non value added* sehingga akan terlihat perbedaan pada *process cycle efficiency*.

### 2.16 **Diagram SIPOC**

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) adalah diagram yang digunakan untuk menampilkan sekilas dari aliran kerja. SIPOC berada di awal proyek untuk memastikan semua tim melihat proses dengan cara pandang yang satu tujuan. Menurut Pande (2000) diagram SIPOC adalah peta proses tingkat tinggi untuk mengidentifikasi elemen utama suatu proses yang meliputi daftar proses, orang, organisasi, sumber dan bahan informasi yang digunakan dalam suatu proses. [19] SIPOC berasal dari kelima elemen yaitu:

1. *Supplier* yaitu kelompok yang menyediakan informasi, material dan sumber lain yang dibutuhkan dalam proses.
2. *Input* yaitu seperti material, modal, tenaga kerja, energi, dan informasi yang dibutuhkan dalam proses.
3. *Process* yaitu langkah yang mengubah atau menambah nilai dari proses input.

4. *Output* yaitu hasil akhir produk atau proses yang sudah dilakukan
5. *Customer* yaitu orang atau kelompok yang membutuhkan produk akhir.

### 2.17 Project Charter

*Project charter* adalah informasi penting yang mencakup ruang lingkup yang akan dicapai dari sebuah proyek yang akan berjalan [20]. *Project charter* berisi informasi-informasi ringkas. Fungsi pembuatan *project charter* adalah untuk mengambil keputusan akan mengeksekusi sebuah proyek, memberikan informasi mengenai resiko dan estimasi sebuah proyek, dan mendefinisikan tanggung jawab akan team dalam sebuah proyek. Contoh dari *project charter* dapat dilihat pada Gambar 2.3.

SISTEM INFORMASI ITS		PROJECT CHARTER SISTEM INFORMASI RUMAH SAKIT TERPADU	
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember		Tanggal : 14/01/2007 Nomor : SIRST 061 PC v1.0	
SISTEM INFORMASI ITS		Disusun oleh : Evi	
Informasi proyek			
Tanggal	Januari 2007	No. Proyek	01/07/001
		Nama Proyek	Sistem informasi Rumah Sakit terpadu
Pimpinan proyek	Ir. A. Holid Noor		Klien
			Sistem Informasi
Tahapan yang diliputi :			
1. Persiapan survey dan pelaksanaan 2. Analisa Kebutuhan user dan software 3. Detailed Design 4. Pengembangan aplikasi 5. Evaluasi dan uji coba Aplikasi 6. Penutupan proyek			
Tanggal mulai	1 Februari 2007		Total kontrak
			Rp. 50.000.000,-
Tanggal selesai	5 Mei 2007		Estimasi biaya proyek
			Rp. 43.705.600,-
Tujuan Bisnis			
Membangun Sistem informasi Rumah sakit yang dikembangkan per-modul sesuai dengan Subsistem yang ada di Rumah Sakit.			
Deskripsi Produk/ Proyek			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplikasi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit</li> <li>• Aplikasi Sistem Informasi Apotek</li> <li>• Aplikasi Sistem Informasi Rawat Jalan</li> <li>• Aplikasi Sistem Informasi Rawat Inap</li> </ul>			
Sasaran Proyek, Critical Success Factors, Batasan , dan Asumsi			
Sasaran Proyek			
Sasaran proyek menghasilkan spesifikasi, desain , program aplikasi dan uji coba aplikasi			
Critical Success Factors			
Sistem informasi yang men-dukung agar Rumah sakit yang dimodelkan memiliki komitmen untuk tetap menggunakan business process yang sudah disepakati			
Batasan :			
Pelaksanaan survey lapangan sepenuhnya dilakukan pada Rumah Sakit Ibu dan Anak Permata Bunda.			
Asumsi :			
Sistem informasi manajemen rumah sakit meliputi fungsi :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrasi pasien baru</li> <li>• Pembayaran tagihan pasien</li> <li>• Logistik rumah sakit.</li> </ul>			
Rumah Sakit yang akan mengimplementasikan SIRST sebelumnya tidak mempunyai Sistem Informasi RS terintegrasi lainnya.			

Gambar 2.3 Contoh *Project Charter*

(Sumber:coursehero.com/file/46963892)

### 2.18 PCE (*Process Cycle Time*)

*Process cycle time* adalah satu ukuran yang menggambarkan ukuran efisien suatu proses berjalan. *Process cycle time* melakukan perbandingan antara *value*

*added* dan *total lead time*, dimana semakin besar perbandingan maka suatu proses dapat dikatakan efisien. Untuk menghitung proses *cycle time* dapat digunakan rumus berikut:

$$PCE = \frac{\text{Value Added}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

*Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk atau layanan, waktu ini dimulai dari awal proses hingga selesai proses [21]. *Value added time* adalah waktu yang digunakan dalam melakukan proses yang bersifat memberikan nilai tambah kepada produk. *Lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses awal hingga akhir proses, dalam perusahaan ketika barang diorder sampai barang tersebut sampai ke tangan konsumen.

### 2.19 Defects Per Milion Opportunities (DPMO)

DPMO adalah target dari kualitas yang diharapkan dalam menerapkan metologi *six sigma* di dalam proses produksi dengan tujuan untuk meningkatkan kapabilitas proses dengan mencapai 3,4 DPMO dalam proses produksi [22]. DPMO membutuhkan data yaitu unit yang diproduksi. *Defect* produk yang dihasilkan. *Opportunity* yang berisi karakteristik potensi cacat. Berikut merupakan rumus dari DPMO yang dapat dilihat berikut:

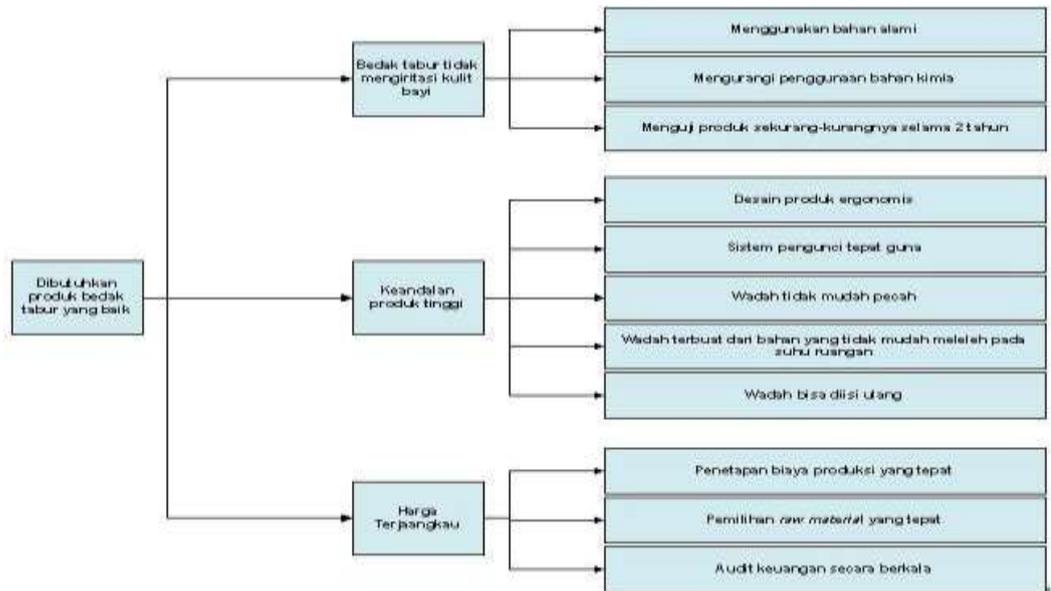
$$DPMO = \frac{\text{Defect}}{\text{Unit Inspected} \times \text{Defect Opportunities}} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (2.6)$$

Kemudian untuk perhitungan tingkat sigma dapat dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel yang dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\text{Tingkat sigma} = \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \dots \dots \dots (2.7)$$

### 2.20 CTQ (Critical to Quality)

*Critical to Quality* adalah alat yang biasa digunakann untuk menguraikan kebutuhan konsumen yang cukup bervariasi menjadi kebutuhan yang bisa terkuantifikasi dan lebih mudah dalam memprosesnya [23]. *Critical to quality* karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk dan proses yang harus mencapai suatu standar yang telah ditetapkan agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Berikut merupakan contoh dari CTQ (*Critical to Quality*) yang dapat dilihat pada Gambar 1.6.

Gambar 2.4 Contoh CTQ (*Critical to Quality*)

(Sumber : industryworld.com)

### 2.21 FMEA (*Failure mode and effect analysis*)

Menurut Omdahl (1988) *Failure mode and effect analysis* merupakan teknik dalam *engineering* yang digunakan untuk menemukan, mengidentifikasi, dan mengeliminasi moda kegagalan, masalah, potensial kesalahan dari sistem desain atau proses sebelumnya sampai ke konsumen [24]. Dalam FMEA dilakukan menggunakan penilaian yang dilakukan mulai dari *severity* adalah dampak yang dihasilkan, *occurrence* adalah seberapa sering kegagalan muncul, dan *detection* adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan.

*Rating* yang dilakukan akan diberi nilai skor 1 samapi 10. Untuk nilai pada *severity* (S) dinilai berdasarkan efek dari yang paling besar hingga ke yang paling kecil. Angka 1 menunjukkan efek yang paling kecil dan angka 10 menunjukkan efek yang paling besar. Berikut merupakan skala penilaian dari *severity* yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Skala Penilaian *Severity*

(Sumber: Borror,2009)

Efek	Kriteria <i>Severity</i>	Peringkat
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Dapat membahayakan mesin atau operator perakitan. Peringkat keparahan yang sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi operasi yang aman dan / atau melibatkan ketidakpatuhan terhadap regulasi. Kegagalan akan terjadi tanpa peringatan.	10

Efek	Kriteria <i>Severity</i>	Peringkat
Berbahaya dengan peringatan	Dapat membahayakan mesin atau operator perakitan. Peringkat keparahan yang sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi operasi yang aman dan / atau melibatkan ketidakpatuhan terhadap regulasi. Kegagalan akan terjadi dengan peringatan.	9
Sangat Tinggi	Gangguan besar pada lini produksi. 100% product mungkin harus dihapus. Item tidak dapat dioperasikan, kehilangan fungsi utama. Pelanggan sangat tidak puas.	8
Tinggi	Gangguan kecil pada lini produksi. Sebagian produk mungkin harus disortir dan dibuang. Item dapat dioperasikan, tetapi pada level yang dikurangi. Pelanggan tidak puas.	7
Sedang	Gangguan kecil pada lini produksi. Sebagian produk mungkin harus dihapus. Item dapat dioperasikan, tetapi beberapa item kenyamanan tidak dapat dioperasikan. Pelanggan mengalami ketidaknyamanan.	6
Rendah	Gangguan kecil pada lini produksi. 100% produk mungkin harus dikerjakan ulang. Item dapat dioperasikan, tetapi beberapa item kenyamanan dapat dioperasikan pada tingkat kinerja yang lebih rendah. Pelanggan mengalami beberapa ketidakpuasan.	5
Sangat Rendah	Gangguan kecil pada lini produksi. Produk mungkin harus disortir dan sebagian dikerjakan ulang. Penyesuaian kecil tidak sesuai. Cacat diperhatikan oleh pelanggan.	4
Minor	Gangguan kecil pada lini produksi. Produk mungkin harus dikerjakan ulang secara online, tetapi di luar stasiun. Penyesuaian kecil tidak sesuai. Cacat diperhatikan oleh pelanggan rata-rata.	3
Sangat minor	Gangguan kecil pada lini produksi. Produk mungkin harus dikerjakan ulang secara online, tetapi di luar stasiun. Penyesuaian kecil tidak sesuai. Cacat diperhatikan oleh pelanggan yang diskriminasi.	2
Tidak Ada	Tidak berpengaruh	1

Untuk nilai pada *occurrence* (O) dinilai berdasarkan kemungkinan terjadi dari yang paling memungkinkan hingga ke yang jarang kemungkinan terjadi. Angka 1 menunjukkan kemungkinan yang paling jarang terjadi dan angka 10 menunjukkan kemungkinan yang sering terjadi. Berikut merupakan skala penilaian untuk *occurrence* yang dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Skala Penilaian *Occurrence*

(Sumber: Borrer,2009)

Probabilitas Kegagalan	Kemungkinan Tingkat Kegagalan	Peringkat
Sangat tinggi: Kegagalan hampir tak terhindarkan	>1 dari 2	10
	1 dari 3	9
Tinggi: Kegagalan berulang	1 dari 8	8
	1 dari 20	7
Sedang: Kegagalan sesekali	1 dari 80	6
	1 dari 400	5
	1 dari 2000	4
Rendah: kegagalan yang relatif sedikit	1 dari 15,000	3
	1 dari 150,000	2
Hampir tidak terjadi	<1 dari 1,500,000	1

Untuk nilai pada *detection* (D) dinilai berdasarkan kemampuan untuk mendeteksi terjadinya kegagalan dari yang paling mudah untuk dideteksi hingga ke yang sulit untuk dideteksi. Angka 1 menunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan yang mudah untuk dideteksi dan angka 10 menunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan yang sulit untuk dideteksi. Berikut merupakan skala penilaian untuk *detection* yang dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Skala Penilaian *Detection*  
(Sumber: Borrer,2009)

Efek	Kriteria Detection	Peringkat
Hampir tidak bisa dideteksi	Tidak ada kontrol yang diketahui untuk mendeteksi mode kegagalan.	10
Sangat Kecil	Kemungkinan yang sangat jauh kontrol saat ini akan mendeteksi mode kegagalan.	9
Kecil	Kemungkinan jarak jauh kontrol saat ini akan mendeteksi mode kegagalan.	8
Sangat Rendah	Kemungkinan kontrol saat ini yang sangat rendah akan mendeteksi mode kegagalan.	7
Rendah	Kontrol saat ini dengan kemungkinan rendah akan mendeteksi mode kegagalan.	6
Sedang	Kemungkinan moderat kontrol saat ini akan mendeteksi mode kegagalan.	5
Sangat Besar	Kontrol saat ini dengan kemungkinan yang cukup tinggi akan mendeteksi mode kegagalan.	4
Besar	Kontrol saat ini kemungkinan besar akan mendeteksi mode kegagalan.	3
Agak Besar	Kemungkinan kontrol saat ini yang sangat tinggi akan mendeteksi mode kegagalan.	2
Hampir	Kontrol saat ini hampir pasti akan mendeteksi mode kegagalan. Kontrol deteksi yang andal dikenal dengan proses serupa.	1

Selanjutnya setelah dilakukan rating menggunakan skala penilaian pada *severity*, *occurrence*, dan *detection* maka akan dilakukan perhitungan nilai *risk priority number* yang merupakan ukuran untuk mengidentifikasi dari *critical failure modes* dengan rumus sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

S : *Severity*

O : *Occurrence*

D : *Detection*

## 2.22 DMAIC

DMAIC adalah metode dalam *six sigma* yang digunakan untuk melakukan peningkatan proses untuk mengidentifikasi dan mengurangi faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu dan biaya, dan dapat meningkatkan kepuasan konsumen [25]. DMAIC terdiri dari tahap *define, measure, analyze, improve*, dan *control*. Berikut merupakan penjelasan dari tahapan DMAIC:

### 1. *Define*

Adalah fase menetapkan masalah dan mengidentifikasi apa yang diperlukan untuk memperoleh solusi. Dalam fase ini akan ditetapkan masalahnya, sasaran, dan cakupan yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya. Pada proses ini akan membantu dalam memahami proses secara menyeluruh dan unsur yang menentukan kualitas (*Critical to Quality*). Dalam tahap ini biasanya digunakan diagram SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*) untuk mengetahui *input* dan *output* dari proses.

### 2. *Measure*

Adalah tahap setelah memahami masalah yang terjadi, dalam tahap ini akan diuraikan cara untuk memantau perubahan yang akan dilakukan. Tujuan dari tahap *measure* adalah untuk menetapkan kinerja proses saat dilakukannya perubahan untuk perbandingan hasil dari perbaikan yang dilakukan.

### 3. *Analyze*

Adalah tahap untuk memulai mengambil keputusan terkait proses kegiatan, dalam tahap ini digunakan untuk memahami data untuk membuat peta proses saat ini sehingga dapat diketahui masalah dalam proses. Pada tahap ini dapat digunakan *tools* diagram tulang ikan dan diagram pareto untuk menganalisa akar penyebab masalah.

### 4. *Improve*

Adalah tahap untuk melakukan peningkatan untuk proses yang berlangsung. Dalam tahap ini ide dan saran dapat dijalankan untuk dilakukan uji coba terhadap masalah yang ada dengan menggunakan

metode PDCA (*plan-do-check-act*) dan dapat digunakan analisis bentuk dan efek kegagalan (FMEA) untuk mengantisipasi masalah yang kemungkinan terjadi.

#### 5. Control

Tahap ini merupakan langkah terakhir dalam DMAIC yang digunakan untuk mempertahankan kualitas dari produk yang sudah dijalankan. Dalam tahap *control* ini dilakukan terus penilaian dari dampak setiap perubahan proses yang diterapkan.

### 2.23 Literatur Review

Berikut merupakan uraian yang berisi teori, temuan, dan bahan penelitian yang dapat dijadikan sebagai bahan pendukung penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 *Literature Review*

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
1	Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Dengan Implementasi Metode <i>Lean Six Sigmas</i> (Studi Kasus Perusahaan Pt Xyz)	Rhema Chintya Lestari, Kristina Fitri Handayani, Gun Gun Firmansah, Muchammad Fauzi	Vol.2 No. 1 Maret 2022	Penelitian ini dilakukan pada PT XYZ. Perusahaan ini bergerak dibidang industri manufaktur memproduksi <i>glassware</i> dan memproduksi alat gelas. Dalam proses produksi yang dilalui perusahaan kini tidak dapat memenuhi permintaan pasar hal tersebut mengakibatkan terjadinya <i>backorder</i> setiap bulannya. Tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar diakibatkan oleh banyaknya produk yang cacat dan pemborosan yang terjadi saat proses produksi. Dengan demikian dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p><i>lean six sigma</i> dimana perusahaan dapat merubah produktifitas menjadi lebih baik lagi dan lebih efisien. Untuk mengidentifikasi waste yang terjadi maka dibuat <i>value stream mapping</i> dan juga dilakukan <i>control chart</i> untuk indentifikasi produk cacat. Hasil yang didapat berdasarkan diagram tulang ikan, diagam pareto dan analisa menggunakan <i>root cause analyze</i>. Didapatkan hasil penyebab produk cacat adalah proses <i>preventive maintenance</i> pada mesin yang kurang baik dan tidak telitinya operator dalam setting mesin. Untuk <i>waste</i> yang lain disebabkan oleh sering terjadinya <i>breakdown</i> pada mesin sehingga proses berhenti.</p>
2	Strategi Peningkatan Kualitas <i>Leather</i> Dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i> Dan <i>Fuzzy FMEA</i> (Studi Kasus Di Sumber Rejeki)	Rindha Ayu Roesmasari, Imam Santoso, Sucipto Jurnal Teknologi Pertanian	Vol. 19 No. 3 [Desember 2018] 183-192	Penelitian ini dilakukan pada UD. Sumber Rejeki. UD Sumber Rejeki bergerak dibidang industri penyamakan kulit, produk yang dihasilkan adalah <i>leather</i> . Pada proses produksi terdapat masalah yang dihadapi yaitu tingginya <i>waste</i> berupa <i>defect</i> produk. Rata-rata defect

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p>produk melebihi batas perusahaan yaitu lebih dari 2%. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas yang dihasilkan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode <i>lean six sigma</i> dan <i>fuzzy FMEA</i>. Metode <i>lean six sigma</i> digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada rantai produksi dan FMEA digunakan untuk mengetahui penyebab potensial kegagalan yang memerlukan perbaikan segera.</p>
3	<p>Upaya Mengurangi Waste Pada Produksi Kerudung Dengan Penerapan Metode <i>Lean Six Sigma</i> Di Umkm Arryna Raya</p>	<p>Cholifaturochmah, Dzakiyah Widyaningrum, Moh. Jufriyanto</p>	<p>Vol. 9 No 1 Februari 2022</p>	<p>Penelitian ini dilakukan pada UMKM Arryna Raya merupakan salah satu industri rumahan yang memproduksi berbagai jenis kerudung. Pada proses pembuatan produk terjadi permasalahan. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi waste yang terjadi menggunakan metode <i>lean six sigma</i>. Setelah dilakukannya analisa menggunakan metode DMAIC dan FMEA maka teridentifikasi waste yang mendapatkan nilai RPN tertinggi adalah <i>waste defect</i>,</p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p><i>waiting</i>, dan <i>transportation</i>, selanjutnya diberikan usulan kepada UMKM Aryyna Raya agar dapat memaksimalkan keuntungan dan dapat mengurangi <i>waste</i> yang terjadi dilantai produksi.</p>
4	<p>Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi <i>Waste</i> Pada Produk <i>Steel Structure</i> Dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i></p>	<p>M. J. Shofa, A. Syarifudin, S. Cahyadi</p>	<p>Vol. 2, No. 2, Juli-Desember 2019</p>	<p>Penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang memproduksi <i>steel structure</i>. Penelitian dilakukan karena masih banyak ditemukannya <i>waste</i> pada proses produksi. Analisa dilakukan menggunakan metode DMAIC untuk mengetahui faktor penyebab masalah terjadi, ditemukan <i>waste</i> berupa <i>defect</i>, <i>waiting</i>, dan <i>transportation</i>. <i>Waste</i> tertinggi berada pada <i>waste defect</i> dengan nilai sigma 3,48 sigma sehingga <i>waste defect</i> merupakan prioritas <i>waste</i> yang harus dilakukan perbaikan. Setelah data diolah maka terdapat usulan perbaikan yang diberikan seperti pembuatan <i>setting</i> yang tepat, pengkondisian material, pengecekan elektroda, ampere, dan gas sebelum melakukan <i>welding</i>, dan tempat <i>welding</i></p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				yang dilakukan sesuai dengan standar dengan harapan dapat mengurangi jumlah <i>waste</i> yang terjadi.
5	Implementasi Metode <i>Lean Six Sigma</i> Guna Mengeliminasi <i>Defect</i> Proses Produksi <i>Purified Gypsum</i> Di PT AAA	Febri Romadhani, Nina Aini Mahbubah, M. Dian Kurniawan	Vol. 9 No. 2, Desember 2021, Hal. 89-103	Penelitian ini dilakukan pada PT AAA merupakan perusahaan produsen berbasis bahan kimia dengan program <i>zero defect</i> untuk menjaga kualitas produk. Untuk mempertahankannya <i>zero defect</i> maka diterapkan metode <i>lean six sigma</i> . Dalam penelitian dilakukan dengan menggunakan DMAIC untuk mengidentifikasi pemborosan dibantu dengan dibuatnya <i>value stream mapping</i> untuk melihat informasi dari proses produksi. Setelah dianalisa didapatkan bahwa terdapat 3 jenis <i>waste</i> yaitu <i>defect</i> , <i>waiting</i> dan <i>inventory</i> . Setelah <i>waste</i> diidentifikasi maka selanjutnya dilakukan proses <i>improve</i> yang akan dijalankan dengan menggunakan metode FMEA dan dilakukan penilaian prioritas resiko. Setelah diterapkannya usulan dilakukan juga <i>future value stream mapping</i> untuk melihat nilai perbaikan setelah usulan dilakukan.

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
6	Peningkatan Pengendalian Kualitas Melalui Metode <i>Lean Six Sigma</i>	Purnawan Adi Wicaksono, Diana Puspita Sari, Naniek Utami Handayani, Heru Prastawa, Anugra Dewa Ramadhan	Vol. 12, No. 3, September 2017	<p>Penelitian ini dilakukan pada PT Coca-Cola Amatil Indonesia (PT CCAI). Perusahaan ini bergerak dibidang minuman ringan dalam kemasan. Pada perusahaan ini dalam memproduksi minumannya terjadi ketidaksesuaian dengan standar dari produk. Hal ini adalah produk cacat. Kerugian yang dihasilkan dari produk cacat adalah berkurangnya keuntungan, bertambah material yang gagal diubah menjadi produk jadi, dan menambah biaya untuk mengolah kembali produk gagal. Setelah diketahui permasalahannya maka akan dilakukan analisa menggunakan metode <i>lean six sigma</i> dimana akan melalui berbagai tahap DMAIC untuk menganalisis penyebab dan cara menangani dari <i>waste</i> yang terjadi.</p>
7	Aplikasi <i>Lean Six-Sigma</i> Untuk Mengurangi Pemborosan Di Bagian <i>Packaging</i> Semen	Reni Dwi Astuti, Lathifurahman	Vol. 7 No 2 Agustus 2020	<p>Penelitian ini dilakukan di PT Holcim Indonesia Tbk, penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang sering terjadi pada pengepakan semen dan juga banyaknya</p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p>produk cacat kemasan sehingga proses pengepakan harus diulang. Untuk mengatasi masalah tersebut penelitian dilakukan dengan menggunakan metode <i>lean six sigma</i> dimana untuk konsep <i>lean</i> akan dibuat <i>value stream mapping</i> untuk mengGambarkan seluruh proses kegiatan dan mengidentifikasi pemborosan yang terjadi dan konsep <i>six sigma</i> dimana akan dilakukan analisa terkait kualitas produk dan cara peningkatannya menggunakan <i>fishbone</i> diagram dan FMEA. Setelah didapatkannya akar permasalahannya lalu dibuat usulan perbaikan agar pemborosan dapat diminimalisir. Setelah dilakukannya perbaikan terjadi peningkatan <i>process cycle effiisiensi</i> dengan estimasi peningkatan menjadi 46,69%.</p>
8	<p>Reduksi Produk Cacat Pada Produksi Benang Dengan Pendekatan Metode <i>Lean Six Sigma</i></p>	<p>Amelia Munawaroh, Moses Laksono Singgih</p>	<p>Vol. 6, No. 2 (2017) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)</p>	<p>Penelitian ini dilakukan pada perusahaan amatan yang bergerak dibidang manufaktur produksi benang dan kain. Pada proses produksi didapatkan masalah yang</p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p>dihadapi yaitu pemborosan yang terjadi di departemen <i>spinning</i>. Penelitian ini menggunakan metode <i>lean six sigma</i> dengan menggunakan DMAIC untuk mengurangi waste yang terjadi dan menggunakan <i>value stream mapping</i> untuk melihat pemborosan yang terjadi pada seluruh kegiatan produksi. Didapatkan bahwa sigma pada proses produksi adalah 3,5 sigma. Selanjutnya dilakukan tahap <i>improve</i> dengan metode FMEA dan RCA untuk mencari prioritas dari <i>waste</i> yang harus segera diatasi dengan adanya prioritas diharapkan dapat memperbaiki dari produktifitas. Setelah dilakukannya perbaikan <i>defect</i> dapat direduksi sebesar 45,72% dan nilai sigma proses produksi meningkat menjadi 3,77 sigma.</p>
9	Pendekatan Lean Six Sigma Dan Taguchi Untuk Mengatasi Masalah Pengemasan Dan Pemasaran Produk Wedang Uwuh Instan Sruput	Elly Wuryaningtyas Yunitasari, Emmy Nurhayati	Vol. III, 21 Desember 2017, P-ISSN: 2337-3881, E-ISSN: 2528-1666	<p>Penelitian ini dilakukan pada produk wedang uwuh instan sruput dimana produk merupakan minuman tradisional. Dalam hasil produknya sering terjadi permasalahan bahwa pengemasan dari produk</p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p>kualitasnya kurang baik sehingga penelitian dilakukan dengan menggunakan metode <i>lean six sigma</i> untuk menganalisa lebih lanjut. Dalam proses analisa menggunakan metode DMAIC untuk mengatasi <i>waste</i> yang terjadi dan menggunakan juga metode taguchi untuk peningkatan kualitas.</p>
10	<p>Usulan Perbaikan Proses Produksi Briket Dengan Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> Studi Kasus Pada Cv Danagung</p>	<p>Dewa Saputra Anugrah Lukita, Ari Zaqi Al-Faritsy</p>	<p>Vol. 7 No 1 Februari 2020</p>	<p>Penelitian ini dilakukan pada CV Danagung yang bergerak di pembuatan briket dengan bahan baku tempurung kelapa. Pada bulan januari perusahaan mendapat pemesanan briket sebanyak 26 ton, namun didapati permasalahan yaitu produk cacat berupa produk yang retak. Dalam kasus ini juga terjadi pemborosan yang dilakukan pekerja dengan memasukan tempurung kedalam karung sehingga akan menambahkan waktu proses produksi. Untuk meminimalisir <i>waste</i> yang terjadi dan mengatasinya penelitian ini menggunakan metode <i>lean six sigma</i> dimana <i>waste</i> yang terjadi akan diidentifikasi</p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				<p>menggunakan DMAIC, dibuat juga <i>value stream mapping</i> dan <i>future value stream mapping</i> untuk melihat hasil setelah perbaikan dan akan dilakukan <i>improve</i> secara berkala sehingga produktifitas dan kualitas dapat meningkat.</p>
11	<p>Minimasi Pemborosan Dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i> Pada Proses Produksi Di PT. Ab</p>	<p>Ahmad, Andres, Mesy Lestari, Steven Teja, Suvalen Seri</p>	<p>Seminar Nasional Ke-III Universitas Tarumanagara Tahun 2021</p>	<p>Penelitian ini dilakukan di PT AB. Perusahaan ini memproduksi produk seperti gasket dan <i>sealing profile</i> dimana saat melakukan proses produksi perusahaan ini mengalami permasalahan ditemukannya banyak pemborosan yang terjadi sehingga menyebabkan kualitas produk berkurang, target tidak tercapai dan kegiatan yang tidak bernilai tambah. Untuk dapat meminimalisir pemborosan yang terjadi maka dilakukann analisa menggunakan metode <i>lean six sigma</i> dimana <i>tools</i> yang digunakan adalah WRM dan WAQ. Dilakukannya juga pembuatan <i>value stream mapping</i> untuk mengidentifikasi waste yang terjadi</p>

No	Judul Paper	Penulis	Volume	Ringkasan Analisis
				dari proses awal hingga akhir. Setelah ditemukannya <i>waste</i> yang berpengaruh selanjutnya dilakukan proses perbaikan menggunakan FMEA dan dengan sistem <i>kanban</i> . Setelah dilakukannya perbaikan terdapat peningkatan nilai PCE menjadi 83,46%
12	Implementasi <i>Lean Six Sigma</i> dan Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi <i>Non Value Added</i> Pada Proses Produksi Kertas di PT. Pelita Cengkareng Paper	Ahmad, Lithrone Laricha Salomon, Yustin Kartika Sari	Seminar Nasional Teknologi dan Sains (SNTS) II 2016	Penelitian ini dilakukan pada PT. Pelita Cengkareng dimana perusahaan tersebut memproduksi kertas dengan cara mendaur ulang kertas yang tidak terpakai menjadi kertas yang bernilai tambah. Dalam proses produksi perusahaan sering menemukan <i>waste</i> yang terjadi. Pada penelitian ini menggunakan siklus DMAIC dengan menggunakan <i>value stream mapping</i> dan FMEA untuk mencari akar permasalahan dan mencari ide usulan perbaikan. Setelah ditemukannya usulan perbaikan menggunakan 5S di area kerja terjadi peningkatan efisiensi proses sebesar 67,7% dan penurunan waktu lead time menjadi 594,89 menit.

Pada penelitian ini yang berbeda dari penelitian yang sudah ada adalah penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang berbeda yaitu pada PT. KSL yang

bergerak dibidang jasa pengecatan produk berbahan dasar plastik, salah satunya adalah helm. Pada pengecatan helm permasalahan yang ditemukan adalah terjadinya pemborosan pada proses produksi, salah satunya adalah *waste defect*, dimana *defect* yang dihasilkan mencapai 3,96%. Dari proses pengumpulan data dapat diketahui nilai sigma dari proses produksi sebesar 3,29 sigma. Maka dari itu penelitian ini menggunakan *lean six sigma* dengan tujuan untuk menganalisa jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi dengan menggunakan prinsip DMAIC untuk meminimalisir *defect* yang dihasilkan.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Metodologi Penelitian**

Kegiatan yang dijalankan mulai dari awal perumusan masalah hingga akhir berupa usulan perbaikan dapat dilihat pada diagram alir kegiatan yang sudah disusun. Metodologi penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

Berikut merupakan rincian dari penjelasan metodologi penelitian:

1. Merumuskan latar belakang berdasarkan permasalahan yang terjadi pada PT. KSL. Perumusan masalah yang dianalisa adalah data jumlah *defect* produk helm *shell* bulan Februari 2022 – Juli 2022 dengan persentase jumlah defect produk yang cukup tinggi sehingga produktifitas dalam perusahaan belum optimal dan efisien.
2. Menentukan topik dari permasalahan yang terjadi pada PT Kandakwana Sakti, didapatkan permasalahan yang sering timbul adalah produk *defect* yang mempengaruhi terhadap biaya produksi, tenaga kerja, dan waktu yang digunakan. Sehingga diambil topik *lean six sigma* untuk dilakukannya analisa pada proses produksi sehingga dapat meminimalisir *waste* yang terjadi.
3. Melakukan studi literatur penelitian yang dilakukan dengan mencari informasi dari jurnal, buku, dan sumber lainnya. Dilakukan juga studi lapangan yang dilakukan dengan mencari informasi pada perusahaan PT. KSL.
4. Pengumpulan data yang dilakukan pada PT. KSL, data yang diambil adalah data produk *reject* helm *shell* periode Februari 2022 – Juli 2022 dengan waktu pengumpulan data yang dilakukan pada perusahaan mulai dari 11 Agustus 2022 – 01 Oktober 2022. Pengumpulan data yang diambil meliputi data *reject*, profil perusahaan, jenis *defect*, alur proses produksi, struktur organisasi, *operation process chart*, dan lain-lain.
5. Mengolah data yang sudah dikumpulkan dengan mengelompokan data dan proses lebih lanjut.

6. Melakukan analisa data yang telah diolah dengan menggunakan metode *lean six sigma*.
7. Memberikan usulan perbaikan dan cara untuk peningkatan kualitas dari produk helm *shell* di PT. KSL dengan memberikan usulan terkait proses produksi helm *shell*.
8. Menyimpulkan hasil penelitian dari proses produksi helm *shell* setelah dilakukannya saran perbaikan pada perusahaan.

### 3.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

#### 1. Data Primer

Data primer didapatkan dari wawancara yang dilakukan kepada pihak PT. KSL dengan pihak yang berperan penting. Wawancara dilakukan dengan general affair, kepala produksi, dan supervisor produksi. Data wawancara seperti kuesioner *waste assessment model* dan sumber penyebab terjadinya masalah.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari informasi yang sudah ada pada perusahaan, seperti profil perusahaan, visi, dan misi perusahaan, jumlah produksi, alur produksi, produk cacat, dan *lead time*.

Berikut merupakan penjabaran dari teknik pengumpulan data yang dilakukan:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur adalah cara pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca informasi dan memahami mengenai topik skripsi yaitu *Lean Six Sigma* dari berbagai sumber. Informasi yang didapatkan dapat bersumber dari buku, jurnal, artikel dan referensi tugas akhir.

#### 2. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah cara pengumpulan data yang dilakukan dengan langsung ke lokasi penelitian. Studi lapangan dilakukan dengan cara wawancara kepada pihak perusahaan. Wawancara yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui secara *real* proses yang dilakukan pada produksi helm *shell* pada perusahaan sehingga dapat diketahui informasi

mengenai jumlah produksi, alur produksi, produk cacat pada proses produksi pengecatan helm *shell*.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Sejarah Perusahaan**

PT. KSL merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang jasa pengecatan produk berbahan plastik. yang bekerja sama dengan PT Astra Honda Motor dalam pengecatan sparepart sepeda motor. PT. KSL dalam melakukan proses produksi memiliki standar kualitas yang tinggi oleh karena itu perusahaan sangat memperhatikan dalam teknik proses pengecatan, penggunaan material, dan tenaga kerja yang dimiliki. Untuk menghasilkan tenaga kerja yang profesional perusahaan secara rutin mengikuti program pelatihan dan bimbingan dari orang yang sudah profesional. Untuk menjaga kepuasan pelanggan maka perusahaan menjaga konsistensi dan komitmen dalam proses produksi untuk menghasilkan produk yang bermutu sehingga perusahaan dapat menjalin hubungan yang baik dengan pelanggan.

#### **4.3 Produk**

PT. KSL menghasilkan produk yaitu pengecatan helm *shell*. Helm *shell* merupakan produk bagian dari PT Astra Honda Motor yang diberikan kepada konsumen sebagai *souvenir* pembelian sepeda motor. Produk helm *shell* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



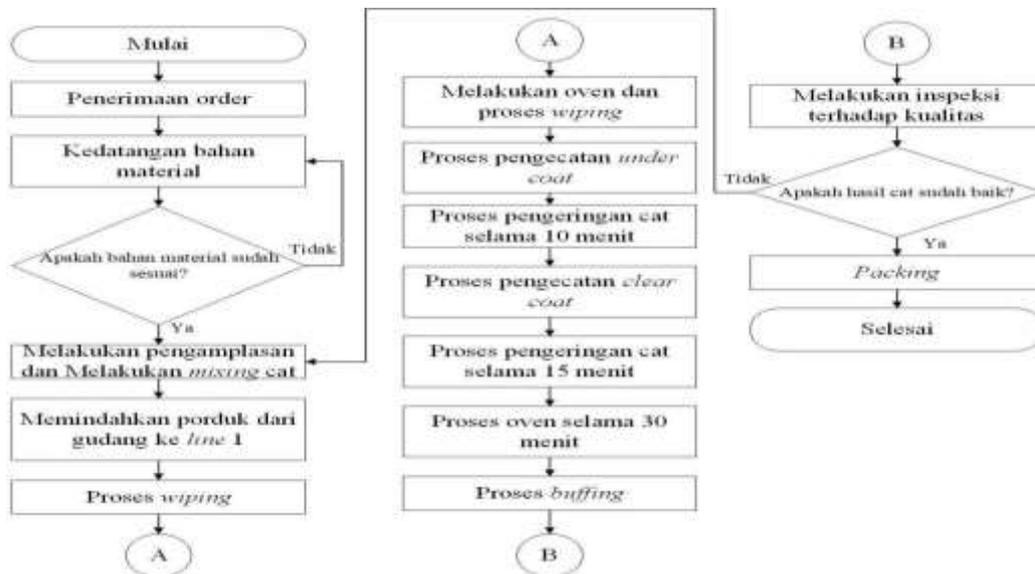
Gambar 4.3 Produk *Helm shell*

(Sumber : PT. Kandakawana Sakti)

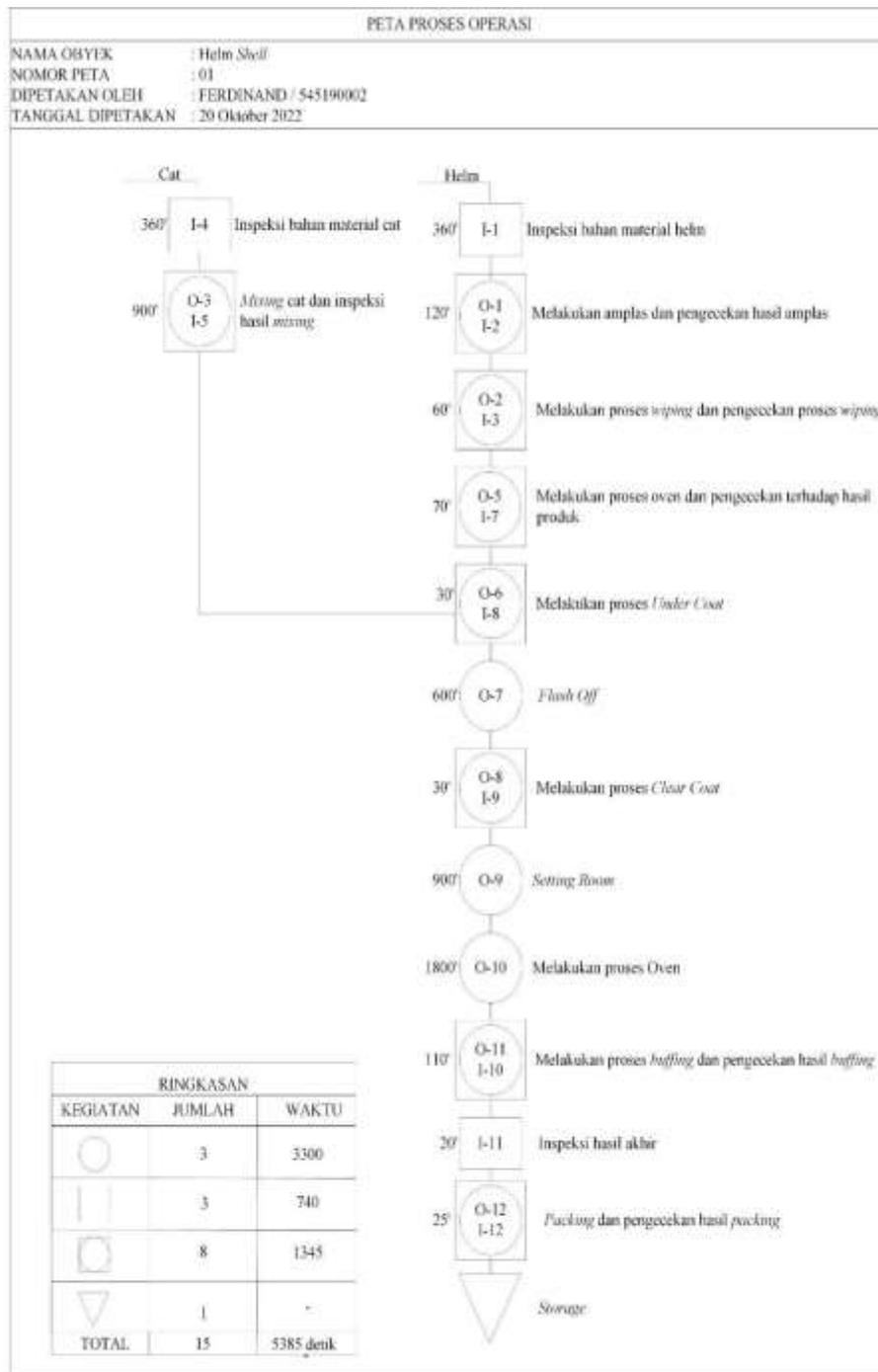
#### **4.4 Proses Produksi**

Perusahaan dalam melakukan proses produksi memiliki berbagai proses untuk mengolah helm belum di cat sampai hasil produk sudah jadi untuk melihat

proses produksi dapat dilihat pada *operation process chart*. Proses produksi pada PT. KSL dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan *operation process chart* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Produksi



*Gambar 4.5 Operation Process Chart*

Berikut merupakan penjelasan dari proses produksi yang terdapat pada diagram alir sebagai berikut:

1. Pada proses produksi PT KSL melakukan sistem *make to order* dimana untuk produksi yang dilakukan berdasarkan pesanan yang diminta. Proses produksi yang akan dilakukan adalah pengecatan pada helm *shell*.
2. Bahan material yang dikirimkan ke PT. KSL adalah berupa helm dan paket cat yang akan digunakan.
3. Selanjutnya bahan material yang sudah diterima akan dilakukan pengecekan terlebih dahulu apakah spesifikasi yang dikirimkan sudah sesuai dengan standarisasi produk, jika belum sesuai maka akan dikirim ulang oleh *customer*.
4. Pengamplasan dilakukan pada bahan material helm yang belum dicat. Hal ini dilakukan untuk membuat permukaan dari helm kasar sehingga cat yang akan diaplikasikan dapat menempel dengan sempurna dan melakukan *mixing* cat sesuai dengan warna yang diminta.
5. Pemindahan helm dan cat yang sudah di *mixing* dari gudang setelah diampelas menuju *line 1* untuk proses pengecatan.
6. Sebelum proses pengecatan berlangsung helm akan dilakukan proses *wiping* untuk mengeringkan helm dan menghilangkan noda pada helm.
7. Selanjutnya helm akan memasuki proses oven untuk memastikan helm dalam keadaan kering dan dilakukan proses *wiping* ulang.
8. Melakukan proses *under coat*. Proses pengecatan *under coat* adalah proses melakukan pengecatan dengan menyeprotkan cat dasar dari warna yang digunakan.
9. Dilakukan proses pengeringan cat selama 10 menit.
10. Melakukan proses *clear coat*. Proses *clear coat* adalah proses menyemprotkan cat lapisan luar untuk melindungi cat dasar dan memberikan *finishing* cat *glossy*.
11. Dilakukan proses pengeringan cat selama 15 menit.
12. Selanjutnya helm akan dilakukan proses oven selama 30 menit. Proses oven ini dilakukan untuk mengeringkan cat secara sempurna.
13. Dilakukan proses *buffing* untuk memberikan efek kilap hasil cat helm.

14. Melakukan inspeksi dari hasil pengecatan apakah sudah sesuai dengan standarisasi perusahaan, jika belum maka akan dilakukan proses pengerjaan ulang mulai dari produk diampelas kembali.
15. Produk yang lolos akan dilakukan proses *packing*.

## 1.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data jumlah produksi, data jumlah produk cacat, dan data waktu siklus. Data yang diminta merupakan data produksi bulan Februari 2022 - September 2022. Data yang sudah diperoleh akan dilakukan analisa menggunakan metode *lean six sigma* dengan DMAIC.

### 4.6.1 Define

Tahap *define* merupakan tahap dimana menemukan dan mencari tahu masalah yang terjadi sehingga dapat dilakukan tindakan lanjut untuk mengatasi masalah yang ada. Pada tahap *define* akan dilakukan dengan pembuatan diagram SIPOC, *Critical to Quality*, dan *Project Charter*.

#### 4.6.1.1 Pemilihan Produk Penelitian

Untuk pemilihan produk yang akan dilakukan penelitian dilakukan diskusi terlebih dahulu dengan pihak perusahaan. Didapatkan hasil yaitu produk helm *shell* dikarenakan jumlah *defect* yang cukup banyak dan produksi yang dilakukan merupakan produk terbanyak. Data yang dikumpulkan merupakan data produksi bulan Februari 2022 - September 2022. Data dari produksi pengecatan helm *shell* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Produksi Pengecatan Helm *Shell*

Bulan (2022)	Jumlah Produksi	Defect	% Defect
Februari	10.923	465	4,26%
Maret	31.620	1.007	3,18%
April	31.166	1.455	4,67%
Mei	18.480	1.345	7,28%
Juni	30.159	1.192	3,95%
Juli	30.084	1.365	4,54%
Agustus	35.400	622	1,76%
September	37.380	752	2,01%
<b>Total</b>	<b>225.212</b>	<b>8.203</b>	<b>3,96%</b>

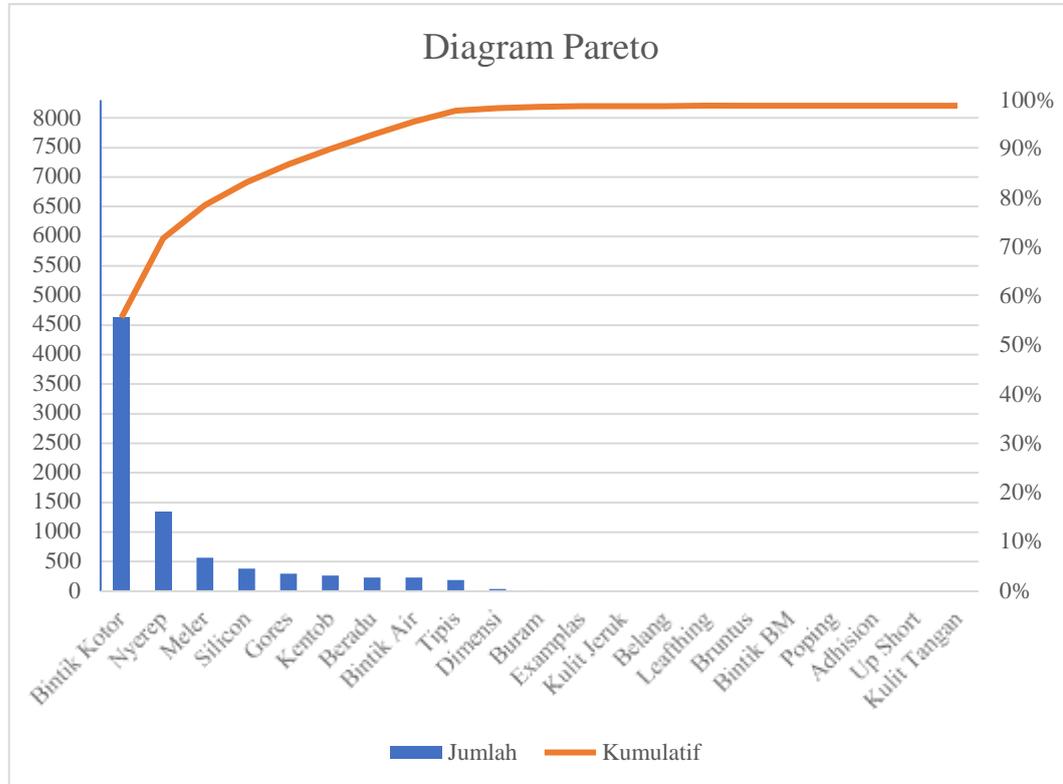
Dapat diketahui dari total produksi sebanyak 225.212 produk terdapat 22 jenis *defect* yang ada, diketahui dari rata-rata presentase *defect* produk periode bulan Februari 2022 - September 2022 adalah 3,96%. Dari proses produksi terdapat produk *defect* yang dihasilkan, jenis *defect* yang terjadi yaitu, gores, dimensi, nyerep, *silicon*, bintik bahan material, buram, *adhision*, *leathing*, *poping*, *up short*, meler, tipis, bruntus, kulit jeruk, kulit tangan, jatuh, beradu, belang, *exampelas*, kentob, bintik kotor, dan bintik air. Berikut merupakan data dari jumlah *defect* setiap jenisnya pada periode bulan Februari 2022 - September 2022 yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Produksi Berdasarkan Jenis *Defect*

Bulan	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Total
Kentob	5	19	17	13	19	70	97	22	262
Exampelas				1	4	3		12	8
Silicon			66		60	126	21	107	380
Meler	6	27	33	35	81	73	72	243	570
Bintik BM									0
Poping									0
Adhision									0
Leafthing		2							2
Buram	4	11		4				1	19
Up Short									0
Nyerep	82	118	341	174	183	184	156	97	1335
Tipis	1	23	34	21	14	23	24	30	170
Bruntus		1							1
Kulit Jeruk	1		1		1			1	3
Kulit Tangan									0
Jatuh									0
Beradu	11	24	52	29	24	20	30	46	236
Belang		1			2		1		3
Dimensi		1				40			41
Gores	5	47	18	54	62	55	7	52	300
Bintik Kotor	332	683	868	999	717	722	178	125	4624
Bintik Air	18	50	25	15	25	49	36	16	234
<b>Total Defect</b>	<b>465</b>	<b>1007</b>	<b>1455</b>	<b>1345</b>	<b>1192</b>	<b>1365</b>	<b>622</b>	<b>752</b>	<b>8203</b>

Setelah diketahui data berdasarkan jenis *defect* dilakukan pembuatan diagram pareto untuk dianalisa lebih lanjut *defect* yang berpengaruh kepada perusahaan

seperti berkurangnya profit yang dihasilkan, penambahan tenaga kerja dan waktu proses produksi. Diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 4.6.

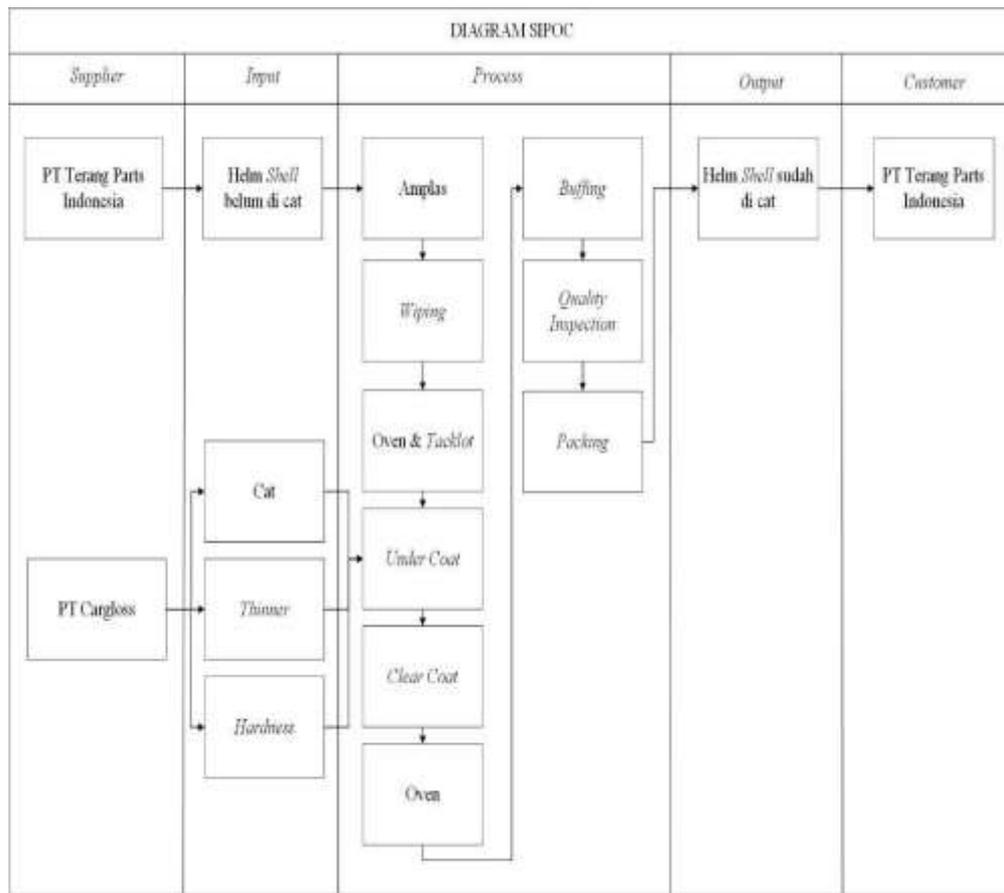


Gambar 4.6 Diagram Pareto Produk *Defect*

Berdasarkan diagram pareto diatas diketahui 80% *defect* dihasilkan dari *defect* jenis bintik kotor, nyerep, dan meler.

#### 4.6.1.2 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC adalah diagram yang digunakan untuk mengetahui proses dari awal/ hingga akhir proses produksi untuk mengidentifikasi elemen proyek perbaikan. Diagram SIPOC berisi informasi mengenai *supplier* sumber bahan baku, *input* yang diberikan dalam proses produksi, proses produksi untuk menghasilkan produk jadi, *output* yang dihasilkan dari proses dan *customer* yang menerima produk jadi. Diagram SIPOC dari PT. KSL dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram SIPOC

Berikut merupakan penjelasan dari setiap kolom:

1. *Supplier*

PT. KSL memiliki bahan baku yaitu helm dan paket cat yang terdiri dari cat, *hardness*, dan *thinner*. Untuk bahan baku helm didapatkan dari PT Terang Parts Indonesia, dan untuk bahan baku paket cat didapatkan dari PT Cargloss.

2. *Input*

Perusahaan mendapatkan *input* berupa helm, cat, *hardness*, dan thinner.

3. *Process*

Proses yang dilakukan terdiri dari:

1. *Amplas*

Proses amplas merupakan proses membuat kasar permukaan helm agar cat dapat menempel dengan baik.

2. *Wiping*

Proses *wiping* adalah proses pengelapan helm dengan tujuan helm dalam keadaan kering dan bebas noda.

3. *Oven & Tacklot*

Proses *Oven & Tacklot* adalah proses pengeringan helm dengan menggunakan suhu tertentu dan melakukan pengelapan ulang terhadap helm.

4. *Under Coat*

Proses *under coat* adalah proses dimana lapisan cat dasar disemprotkan pada helm.

5. *Clear Coat*

Proses *clear coat* adalah proses dimana cat dasar akan dilapis menggunakan *clear coat* sehingga memberikan *finishing* cat yang *glossy*.

6. Oven

Proses oven dilakukan untuk pengeringan cat sehingga cat akan menempel dengan sempurna.

7. *Quality Inspection*

Proses dilakukan pengecekan terhadap kualitas cat pada produk.

8. *Packing*

Proses pengemasan helm dengan *box* helm yang akan dikirimkan kembali kepada PT Terang Parts Indonesia.

4. *Output*

*Output* yang dihasilkan adalah produk helm yang sudah dicat.

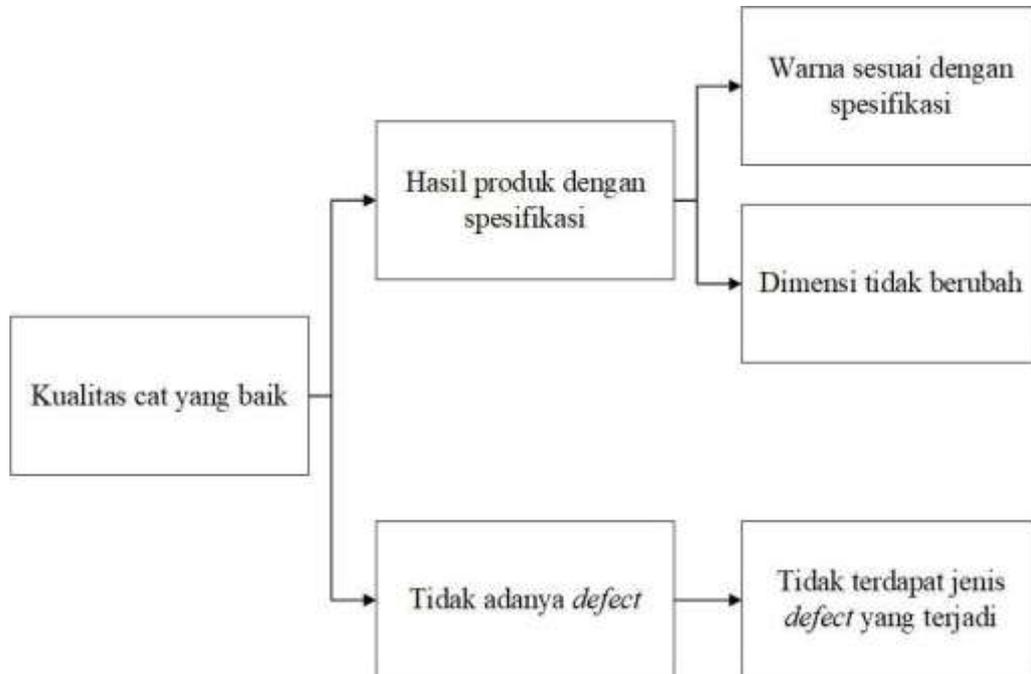
5. *Customer*

*Customer* dari produk yang dihasilkan adalah PT Terang Parts Indonesia.

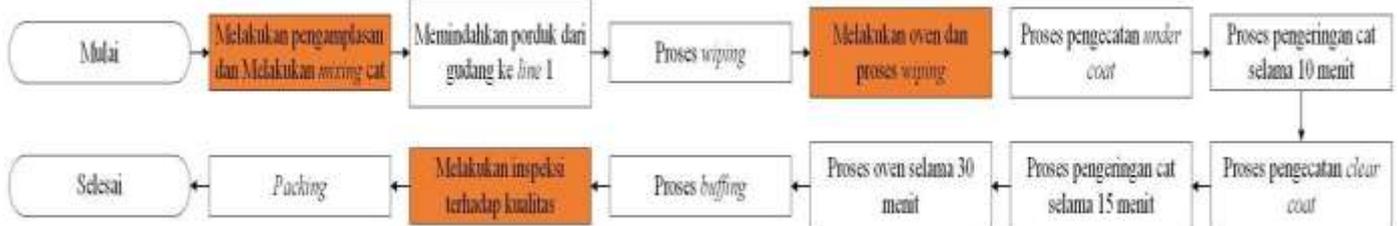
#### **4.6.1.3 Critical to Quality (CTQ)**

CTQ merupakan karakteristik yang diukur dari produk untuk mencapai standar dari spesifikasi agar produk dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Dengan adanya CTQ perusahaan dapat mengetahui kebutuhan dari konsumennya sehingga dapat dilakukannya *improvement* untuk mendapatkan kebutuhan dari konsumen.

Berikut merupakan *critical to quality* dari produk helm *shell* yang dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8 *Critical to Quality*



Gambar 4.9 *Critical to Quality*

Berikut merupakan penjelasan dari *critical to quality* produk helm *shell*:

#### 1. Hasil produk sesuai dengan spesifikasi

PT. KSLuntuk menghasilkan produk yang berkualitas memiliki standar untuk produknya, perusahaan melakukan dengan pemilihan bahan baku yang berkualitas, teknik pengecatan yang ahli, dan tenaga kerja yang sudah profesional. Konsumen dari perusahaan berharap agar produk sesuai dengan spesifikasi yaitu hasil warna yang sesuai dengan permintaan dan dimensi dari produk tidak berubah. Perusahaan melakukan pencampuran cat dengan bahan lainnya menggunakan standar dan spesifikasi yang sudah direncanakan untuk menghasilkan cat yang baik sesuai dengan permintaan

dan melakukan pengecekan kembali pada saat produk sudah di oven agar tidak adanya perbedaan dimensi pada produk.

2. Tidak adanya produk *defect*

Perusahaan berusaha agar *defect* yang terjadi seminimal mungkin agar proses produksi berjalan dengan efisien. Dalam proses produksi pengecatan helm terdapat 22 jenis cacat produk yang dihasilkan. Perusahaan meminimalisir cacat yang terjadi dengan melakukan *quality inspection* pada tahap akhir sehingga pada saat produk masuk ke proses *packing* tidak adanya produk cacat.

#### **4.6.1.4 Project Charter**

*Project charter* berisi informasi penting proyek yang akan dijalankan untuk proses *improve*. *Project charter* yang dilakukan pada PT. KSL dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Project Charter

<b>PROJECT CHARTER</b>				
<b>1. Business Case</b>	<b>3. Constraint &amp; Assumption</b>	<b>4. Project Scope</b>		
PT Kandakawana Sakti adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang jasa pengecatan helm. Dalam proses produksi pengecatan helm <i>shell</i> masih sering ditemukannya produk <i>defect</i> dimana <i>defect</i> yang dihasilkan sebesar 3,96%. Produk <i>defect</i> menyebabkan kerugian untuk perusahaan dikarenakan harus dilakukan pengerjaan ulang produk. Untuk itu akan dilakukan perbaikan menggunakan metode <i>lean six sigma</i> .	<b>3.1 Constraint</b>	Penelitian ini dilakukan pada PT kandakawana Sakti yang berlokasi di Jl. Pembina Rawa Haur, Kampung Liobaru Desa Leuwikutug, Citareup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16810		
	Batasan yang ada dalam penelitian di PT Kandakawana Sakti adalah: 1. Data yang digunakan adalah data produksi periode Februari 2022 - September 2022. 2. Penelitian dilakukan terhadap produk helm <i>shell</i> .			
<b>2. Project Statement</b>	<b>3.2 Assumption</b>	<b>5. Preliminary Plan</b>		
<b>2.1 Problem Statement</b>	Asumsi dari <i>project</i> ini adalah ketika jumlah <i>defect</i> berkurang maka akan meningkatkan produktivitas dari PT Kandakawana Sakti.	<i>Timeline</i>	<i>Start Date</i>	<i>End Date</i>
PT Kandakawana Sakti memiliki jumlah produk <i>defect</i> yang banyak dan mengidentifikasi jenis <i>waste</i> lainnya.		<i>Define</i>	11 Agustus 2022	9 Oktober 2022
		<i>Measure</i>	10 Oktober 2022	16 Oktober 2022
		<i>Analyze</i>	17 Oktober 2022	23 Oktober 2022
		<i>Improve</i>	24 Oktober 2022	30 Oktober 2022
		<i>Control</i>	31 Oktober 2022	7 November 2022
<b>2.2 Opportunity Statement</b>	<b>Project Time Schedule</b>			
Pengurangan tingkat produk <i>defect</i> dan meminimalisir terjadinya jenis <i>waste</i> lainnya.	<i>Daily</i>	<i>Weekly</i>	<i>Monthly</i>	
<b>2.3 Goal Statement</b>	<b>Signature</b>			
Target dari penelitian ini dapat mengurangi produk <i>defect</i> sampai dengan 2% dan dapat meningkatkan <i>process cycle efficiency</i> .	<i>Team Leader</i>	<i>Team Member</i>	<i>Process Over</i>	

#### 4.6.2 Measure

Tahap *measure* adalah tahap pengumpulan data yang bertujuan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk penelitian sehingga mendapatkan gambaran akan keseluruhan proses secara *detail* mengenai *focus improvement*. Pada tahap *measure* akan dilakukan pembuatan *value stream mapping* yang meliputi data *value added* dan *non value added* yang kemudian dihitung *process cycle efficiency* dari proses produksi, dilakukan pembuatan *waste assessment model* untuk mengetahui hubungan antar *waste* dan *waste* yang mempengaruhi proses produksi dengan menggunakan *waste relationship matrix* dan *waste assessment questionnaire*, dilakukan pembuatan peta kendali P, membuat diagram pareto, menghitung nilai DPMO dan tingkat sigma.

##### 4.6.2.1 Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pekerjaan. Waktu siklus yang diambil pada PT. KSL adalah data perusahaan yang sudah pernah dilakukan perhitungan sebelumnya. Waktu siklus proses produksi pengecatan helm shell dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Waktu Siklus Proses Produksi Pengecatan Helm *Shell*

<b>Proses</b>	<b>Waktu Siklus (Detik)</b>
Amplas	120
<i>Wiping</i>	60
<i>Oven &amp; Tacklot</i>	70
<i>Under Coat</i>	30
<i>Flash Off</i>	600
<i>Clear Coat</i>	30
<i>Setting Room</i>	900
<i>Oven</i>	1800
<i>Buffing</i>	110
<i>Quality Inspection</i>	20
<i>Packing</i>	25

#### 4.6.2.2 Perhitungan *Manufacturing Lead Time*

*Manufacturing lead time* adalah periode waktu antara pemesanan *customer* dan waktu pesanan itu selesai dikerjakan. *Manufacturing lead time* didapatkan dengan cara menjumlahkan *value added* dan *non value added*. Dilakukan perhitungan uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan pada *manufacturing lead time* yang dapat dilihat pada tabel 4.5 – 4.7. Berikut merupakan perhitungan dari *manufacturing lead time* yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.5 Uji Kenormalan

HELM				
Proses	STATISTIC	DF	SIG	HASIL
Persiapan helm	0,995	30	0,235	NORMAL
Amplas	0,971	30	0,577	NORMAL
Transportasi	0,939	30	0,085	NORMAL
<i>Wiping</i>	0,933	30	0,093	NORMAL
Transportasi oven	0,957	30	0,253	NORMAL
Persiapan mesin ven	0,950	30	0,172	NORMAL
<i>Oven &amp; Tacklot</i>	0,921	30	0,105	NORMAL
Transportasi <i>Under Coat</i>	0,953	30	0,174	NORMAL
Persiapan Operator	0,94	30	0,089	NORMAL
<i>Under Coat</i>	0,951	30	0,095	NORMAL
Transportasi <i>Flash Off</i>	0,953	30	0,257	NORMAL
<i>Flash Off</i>	0,955	30	0,177	NORMAL
Transportasi <i>Clear Coat</i>	0,959	30	0,259	NORMAL
<i>Clear Coat</i>	0,949	30	0,097	NORMAL
Transportasi <i>Set Room</i>	0,961	30	0,263	NORMAL
<i>Setting Room</i>	0,967	30	0,231	NORMAL
Transportasi Oven	0,963	30	0,265	NORMAL
Oven	0,92	30	0,092	NORMAL
Transportasi <i>Buffing</i>	0,961	30	0,263	NORMAL

<i>Buffing</i>	0,973	30	0,579	NORMAL
<i>Quality Inspection</i>	0,983	30	0,115	NORMAL
Transportasi <i>Packing</i>	0,932	30	0,55	NORMAL
<i>Packing</i>	0,985	30	0,123	NORMAL
Persiapan Cat	0,953	30	0,097	NORMAL
<i>Mixing</i>	0,957	30	0,221	NORMAL
Transportasi	0,939	30	0,085	NORMAL

Tabel 4.6 Uji Keseragaman

HELM				
Proses	UCL	LCL	CL	HASIL
Persiapan helm	12,9535	0	3,9655	SERAGAM
Amplas	17,6843	0	5,4138	SERAGAM
Transportasi	17,459	0	5,3448	SERAGAM
<i>Wiping</i>	19,9371	0	6,1034	SERAGAM
Transportasi oven	19,5992	0	6	SERAGAM
Persiapan mesin ven	22,753	0	6,9655	SERAGAM
<i>Oven &amp; Tacklot</i>	19,3739	0	5,931	SERAGAM
Transportasi <i>Under Coat</i>	21,965	0	6,7241	SERAGAM
Persiapan Operator	22,3025	0	6,8276	SERAGAM
<i>Under Coat</i>	18,2475	0	5,5862	SERAGAM
Transportasi <i>Flash Off</i>	18,3602	0	5,6207	SERAGAM
<i>Flash Off</i>	27,8218	0	8,5172	SERAGAM
Transportasi <i>Clear Coat</i>	18,4567	0	5,8312	SERAGAM
<i>Clear Coat</i>	18,3546	0	5,4638	SERAGAM
Transportasi <i>Set Room</i>	18,4589	0	5,3739	SERAGAM
<i>Setting Room</i>	29,9362	0	9,3729	SERAGAM
Transportasi Oven	19,4239	0	6,2349	SERAGAM
Oven	22,2849	0	7,3482	SERAGAM

Transportasi <i>Buffing</i>	19,5728	0	6,2758	SERAGAM
<i>Buffing</i>	16,4728	0	5,3748	SERAGAM
<i>Quality Inspection</i>	18,2729	0	5,5729	SERAGAM
Transportasi <i>Packing</i>	17,2338	0	5,2759	SERAGAM
<i>Packing</i>	18,5729	0	6,2592	SERAGAM
Persiapan Cat	18,2645	0	5,3279	SERAGAM
<i>Mixing</i>	29,4782	0	7,2795	SERAGAM
Transportasi	12,4924	0	3,4782	SERAGAM

Tabel 4.7 Uji Kecukupan

HELM			
Proses	N'	N	HASIL
Persiapan helm	4,18133333	30	CUKUP
Amplas	1,85925926	30	CUKUP
Transportasi	7,40495868	30	CUKUP
<i>Wiping</i>	6,07407407	30	CUKUP
Transportasi oven	0,30577778	30	CUKUP
Persiapan mesin ven	0,09748148	30	CUKUP
<i>Oven &amp; Tacklot</i>	3,96190476	30	CUKUP
Transportasi <i>Under Coat</i>	0,09303704	30	CUKUP
Persiapan Operator	0,01497942	30	CUKUP
<i>Under Coat</i>	18,84444444	30	CUKUP
Transportasi <i>Flash Off</i>	0,24414815	30	CUKUP
<i>Flash Off</i>	0,13659259	30	CUKUP
Transportasi <i>Clear Coat</i>	0,43140741	30	CUKUP
<i>Clear Coat</i>	24,8888889	30	CUKUP
Transportasi <i>Set Room</i>	0,2157037	30	CUKUP
<i>Setting Room</i>	0,01711934	30	CUKUP
Transportasi Oven	0,23466667	30	CUKUP
Oven	0,01320165	30	CUKUP

HELM			
Proses	N'	N	HASIL
Transportasi <i>Buffing</i>	0,19674074	30	CUKUP
<i>Buffing</i>	4,20495868	30	CUKUP
<i>Quality Inspection</i>	14,4	30	CUKUP
Transportasi <i>Packing</i>	0,00020185	30	CUKUP
<i>Packing</i>	21,504	30	CUKUP
CAT			
Persiapan Cat	24,53333333	30	CUKUP
<i>Mixing</i>	0,01987052	30	CUKUP
Transportasi	5,53608815	30	CUKUP

Tabel 4.8 Perhitungan *Manufacturing Lead Time*

Helm			Cat		
Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)	Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)
Persiapan helm		50	Persiapan Cat		10
Amplas	120		<i>Mixing</i>	870	
Transportasi		55	Transportasi		55
<i>Wiping</i>	60				
Transportasi oven		300			
Persiapan mesin ven		600			
<i>Oven &amp; Tacklot</i>	70				
Transportasi <i>Under Coat</i>		600			
Persiapan Operator		1800			
<i>Under Coat</i>	30				
Transportasi <i>Flash Off</i>		300			
<i>Flash Off</i>	600				
Transportasi <i>Clear Coat</i>		300			
<i>Clear Coat</i>	30				

Helm			Cat		
Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)	Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)
Transportasi <i>Set Room</i>		300			
<i>Setting Room</i>	900				
Transportasi Oven		300			
Oven	1.800				
Transportasi <i>Buffing</i>		300			
<i>Buffing</i>	110				
<i>Quality Inspection</i>	20				
Transportasi <i>Packing</i>		10.229			
<i>Packing</i>	25				
Total	3.765	12.619		870	65
<i>Manufacturing Lead Time</i>	19.649				

Keterangan:

VA : *Value Added*

NVA : *Non Value Added*

Berdasarkan tabel perhitungan *manufacturing lead time* dapat diketahui *total value added* dari proses produksi adalah sebesar 4.515 detik dan *total non value added* dari proses produksi adalah sebesar 15.134 detik sehingga didapatkan *total manufacturing lead time* adalah sebesar 19.649 detik.

#### 4.6.2.3 Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

*Process Cycle Efficiency* adalah perhitungan yang digunakan untuk mengetahui bagaimana waktu dan energi dihabiskan dalam proses keseluruhan. PCE bertujuan untuk mengetahui seberapa efisien proses berjalan. PCE menggunakan perbandingan antara *Total Value Added* dan *Total Lead Time*. Berikut merupakan *Process Cycle Efficiency* pada PT. KSL berdasarkan data *manufacturing lead time* yang dihitung menggunakan rumus pada persamaan 2.5 dapat dilihat berikut:

$$PCE = \frac{4.515}{19.649} \times 100\%$$

$$PCE = 22,97 \%$$

Berdasarkan perhitungan PCE didapatkan proses produksi pengecatan helm *shell* pada PT. KSL adalah sebesar 26,76 %, proses tersebut belum dikatakan *lean* dikarenakan menurut (Gaspersz,2007) suatu proses dikatakan *lean* jika memiliki nilai PCE >30%.

#### 4.6.2.4 Current Value Stream Mapping

*Current Value Stream Mapping* adalah teknik memvisualkan proses aktivitas dalam bentuk *mapping flow chart* yang berguna untuk memberikan gambaran aktivitas proses yang ada. Tujuan dari *Current Value Stream Mapping* adalah untuk mengidentifikasi proses produksi sehingga aliran material dan informasi dapat berjalan dengan lancar dan dapat membantu dalam mengimplementasikan sistem. Berikut merupakan data waktu yang digunakan dalam pemetaan *current value stream mapping* yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Waktu *Current Value Stream Mapping*

Proses	Waktu Siklus (Detik)	Waktu Setup (Detik)	Waktu Changeover (Detik)	Available Time/Shift (Detik)
Amplas	120	300	0	28.800
Mixing	870	0	0	28.000
Wiping	60	0	0	28.800
Oven & Tacklot	70	600	0	28.800
Under Coat	30	1800	0	28.800
Flash Off	600	0	0	28.800
Clear Coat	30	0	0	28.800
Setting Room	900	0	0	28.800
Oven	1800	0	0	28.800
Buffing	110	0	0	28.800
Quality Inspection	20	0	0	28.800
Packing	25	0	0	28.800

Berikut merupakan penjelasan mengenai aliran informasi dan *material flow* pada proses produksi pada PT. Kandakawana Sakti.

#### 1. Aliran Informasi

Aliran informasi dalam *current value stream mapping* digunakan untuk menjelaskan tahapan dari setiap proses perpindahan informasi dari awal pemesanan hingga hasil produk jadi yang dikirimkan kembali ke konsumen. Penjelasan mengenai aliran informasi sebagai berikut:

- a. Pada tahap pertama pemesanan produk dilakukan *customer* yang akan dihubungkan melalui divisi *marketing*. Divisi *marketing* akan membuat data order yang akan dikirim ke *General Affair*.
- b. Setelah data order diterima *general affair* akan mengecek dan meneruskan ke divisi PPIC. Divisi PPIC akan merincikan bahan material yang dibutuhkan dan waktu untuk proses produksi.
- c. Setelah dilakukan perhitungan divisi PPIC akan mengirimkan data ke divisi *purchasing* untuk melakukan persediaan barang.
- d. Divisi *purchasing* akan memesan barang kepada *supplier*.
- e. Setelah bahan material sudah lengkap, kepala produksi akan membuat target produksi yang akan dikirim ke *general affair* dan operator produksi.
- f. Kepala produksi akan membuat penjadwalan produksi per hari yang akan dikirim ke setiap *line* produksi.
- g. Supervisor akan mencatat hasil produksi dan melaporkan hasil per hari dari produksi yang dilakukan ke kepala produksi.

## 2. Aliran Material

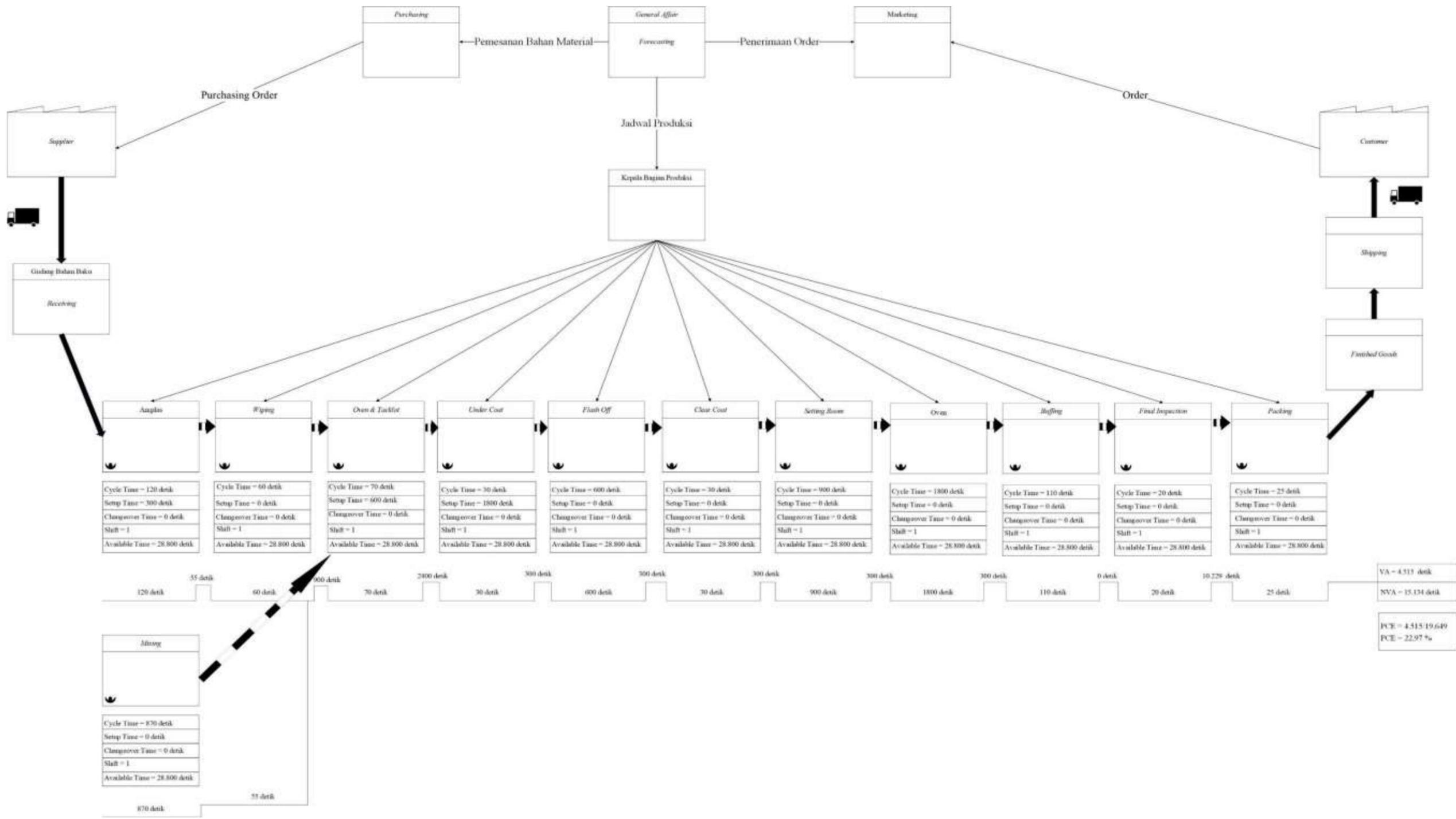
Pada aliran material akan digunakan untuk memberikan gambaran perpindahan material yang terjadi pada proses produksi. Berikut merupakan perpindahan material pada *current value stream mapping*:

- a. Pada tahap pertama helm dan cat yang sudah sampai *inventory* akan dilakukan pengecekan kualitas yang dilakukan oleh divisi *inventory*.
- b. Setelah lulus pengecekan helm akan dipindahkan ke meja amplas untuk melakukan pengamplasan dan cat akan dilakukan proses *mixing* untuk menghasilkan warna yang diminta.
- c. Setelah helm diampas, helm akan dicuci untuk menghilangkan sisa amplas dan dilakukan pengecekan apakah sudah terampas semua pada

permukaanya. Cat yang sudah di *mixing* akan di cek apakah warna sudah sesuai dengan spesifikasi dari orderan.

- d. Sesudah helm di cek akan dilakukan disimpan kedalam *box* untuk dinaikan ke *line 1* dan cat yang sudah dilakukan pengecekan akan dikirim ke *line 1*.
- e. Ketika di *line 1* helm akan dilakukan proses *wiping* dan dilakukan penyusunan helm ke atas kereta untuk persiapan oven dan *tacklot*
- f. Sesudah di oven helm akan masuk kedalam proses *under coat* dengan cat yang sudah disiapkan
- g. Setelah *under coat* selesai helm akan di keringkan diatas kereta selama 10 menit yang disebut sebagai proses *flash off*.
- h. Setelah *flash off* helm akan masuk ke tahap *clear coat*
- i. Setelah *clear coat* selesai maka helm akan dilakukan *setting room* untuk pengeringan cat selama 15 menit
- j. Setelah *setting room* selesai, helm akan masuk proses oven selama 30 menit dengan suhu 70°C untuk pengeringan cat secara sempurna
- k. Setelah oven selesai maka helm akan masuk proses *buffing* sebagai proses *finishing* sehingga cat menjadi lebih *glossy* dan warna yang dihasilkan akan lebih nampak.
- l. Setelah *buffing* akan dilakukan proses *quality inspection* untuk mengetahui terdapatnya product yang *defect*.
- m. Setelah *quality inspection* maka helm akan masuk ke proses *packing* yang dikemas satu-satu yang akan dikirimkan ke *customer*.

*Current value stream mapping* pada PT. KSL dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Current value stream mapping

#### 4.6.2.5 Waste Relationship Matrix (WRM)

*Waste Relationship Matrix* (WRM) menurut Rawabdeh (2005) pengukuran yang digunakan sebagai analisa kriteria hubungan antara *waste* yang terjadi. Adapun tahapan-tahapan dalam menganalisa *waste* menggunakan *waste relationship matrix* yaitu:

1. Kuesioner *waste relationship matrix* akan disebar kepada pihak-pihak yang berkaitan dengan proses produksi pengecatan helm *shell*. Kuesioner disebar kepada *general affair*, kepala produksi, dan supervisor.
2. Jawaban dari kuesioner akan dilakukan pengelompokkan dan pembobotan data yang kemudian akan dihitung berdasarkan jenis pertanyaan dan mengkonversikan nilai skor hubungan dari antar *waste*. Jawaban dari hasil pembobotan kuesioner akan dilampirkan pada lampiran. Berikut merupakan hasil perhitungan skor dan konversi nilai hubungan dari pembuatan WRM di PT. KSL dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Pembobotan *Waste Relationship Matrix*

No.	Question Relationship	Skor	Relationship
1	O-I	16	A
2	O-D	10	I
3	O-M	14	E
4	O-T	6	O
5	O-W	7	O
6	I-O	6	O
7	I-D	6	O
8	I-M	6	O
9	I-T	14	E
10	D-O	8	O
11	D-I	8	O
12	D-M	10	I
13	D-T	3	U
14	D-W	16	E
15	M-I	5	O
16	M-D	2	U
17	M-P	16	E
18	M-W	11	I
19	T-O	4	U
20	T-I	16	E
21	T-D	2	U
22	T-M	15	E
23	T-W	8	O
24	P-O	12	I
25	P-I	19	A
26	P-D	14	E

No.	Question Relationship	Skor	Relationship
27	P-M	16	E
28	P-W	6	O
29	W-O	3	U
30	W-I	3	U
31	W-D	5	O

3. Berdasarkan pembobotan *waste relationship matrix* data akan di ringkas untuk pembuatan *waste relationship matrix*, nilai dari setiap hubungan *waste* ke dalam *waste relationship matrix*. *Waste relationship matrix* dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 *Waste Relationship Matrix*

From/To	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	I	E	O	X	O
I	O	A	O	O	E	X	X
D	O	O	A	I	U	E	E
M	X	O	U	A	X	E	I
T	U	E	U	E	A	X	O
P	O	I	O	I	X	A	O
W	U	U	O	X	X	X	A

4. Mengkonversikan nilai simbol hubungan *waste* berdasarkan penulisan matrix hubungan antar *waste*. Berikut merupakan hasil nilai konversi yang dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Nilai Konversi

From/To	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	10	6	8	4	0	4	42	18,26%
I	4	10	4	4	8	0	0	30	13,04%
D	4	4	10	6	2	8	8	42	18,26%
M	0	4	2	10	0	8	6	30	13,04%
T	2	8	2	8	10	0	4	34	14,78%
P	4	6	4	6	0	10	4	34	14,78%
W	2	2	4	0	0	0	10	18	7,83%
Skor	26	44	32	42	24	26	36	230	100,00%
%	11,30%	19,13%	13,91%	18,26%	10,43%	11,30%	15,65%	100,00%	

#### 4.6.2.6 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

*Waste Assessment Questionnaire* adalah model yang dikembangkan untuk membuat sederhana dalam pencarian suatu permasalahan *waste* dan melakukan identifikasi untuk mengeliminasi *waste*. Dalam WAQ setiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban yaitu Ya, Sedang, dan Tidak. Masing-masing jawaban akan diberikan bobot 1,0,5, dan 0. Kemudian dari skor dalam ketiga jenis pilihan jawaban terbagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Kategori A jika jawaban “Ya” berarti diidentifikasi terjadinya pemborosan.
2. Kategori B jika jawaban “Ya” berarti diidentifikasi tidak terjadinya pemborosan.

Berikut merupakan tahapan dalam pengolahan *waste assessment questionnaire*:

1. Melakukan penyebaran kuesioner yang terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda kepada pihak-pihak yang berhubungan dalam proses produksi pengecatan helm diantaranya adalah *general affair*, kepala produksi, dan supervisor.
2. Melakukan penilaian pembobotan dan menghitung rata-rata pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan. Berikut merupakan hasil dari pembobotan setiap jenis pertanyaan yang dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Dari Pembobotan Setiap Jenis Pertanyaan

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori	Skor	
			Jawaban	Skor
<i>Kategori Man</i>				
1	<i>To motion</i>	B	Ya	1
2	<i>From motion</i>	B	Ya	1
3	<i>From defect</i>	B	Ya	1
4	<i>From motion</i>	B	Sedang	0,5
5	<i>From motion</i>	B	Ya	1
6	<i>From defect</i>	B	Ya	1
7	<i>From process</i>	B	Ya	1
<i>Kategori Material</i>				
8	<i>To waiting</i>	B	Ya	1
9	<i>From waiting</i>	B	Ya	1
10	<i>From transportation</i>	B	Ya	1
11	<i>From inventory</i>	B	Ya	1
12	<i>From inventory</i>	B	Ya	1

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori	Skor	
			Jawaban	Skor
13	<i>From defect</i>	A	Tidak	0
14	<i>From inventory</i>	A	Tidak	0
15	<i>From waiting</i>	A	Tidak	0
16	<i>To defect</i>	A	Sedang	0,5
17	<i>From defect</i>	A	Tidak	0
18	<i>From transportation</i>	A	Ya	1
19	<i>To motion</i>	A	Ya	1
20	<i>From waiting</i>	B	Ya	1
21	<i>From motion</i>	B	Ya	1
22	<i>From transportaion</i>	B	Ya	1
23	<i>From defect</i>	B	Ya	1
24	<i>From motion</i>	B	Ya	1
25	<i>From inventory</i>	A	Ya	1
26	<i>From inventory</i>	A	Ya	1
27	<i>To waiting</i>	B	Ya	1
28	<i>From defect</i>	A	Ya	1
29	<i>From waiting</i>	B	Ya	1
30	<i>From overproduction</i>	A	Sedang	0,5
31	<i>To motion</i>	B	Ya	1
<b>Kategori Machine</b>				
32	<i>From process</i>	B	Ya	1
33	<i>To waiting</i>	B	Sedang	0,5
34	<i>From process</i>	B	Ya	1
35	<i>From transportation</i>	B	Ya	1
36	<i>To motion</i>	B	Ya	1
37	<i>From overproduction</i>	A	Sedang	0,5
38	<i>From waiting</i>	A	Sedang	0,5
39	<i>From waiting</i>	B	Ya	1
40	<i>To defect</i>	A	Tidak	0
41	<i>From waiting</i>	A	Tidak	0
42	<i>To motion</i>	A	Tidak	0
43	<i>From process</i>	B	Tidak	0
<b>Kategori Method</b>				
44	<i>To transportation</i>	B	Ya	1
45	<i>From motion</i>	B	Ya	1
46	<i>From waiting</i>	B	Ya	1
47	<i>To motion</i>	B	Ya	1
48	<i>To waiting</i>	B	Ya	1
49	<i>To defect</i>	B	Ya	1
50	<i>From motion</i>	B	Ya	1
51	<i>From defect</i>	B	Ya	1

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori	Skor	
			Jawaban	Skor
52	<i>From motion</i>	B	Ya	1
53	<i>To waiting</i>	B	Ya	1
54	<i>From process</i>	B	Ya	1
55	<i>From process</i>	B	Ya	1
56	<i>To defect</i>	B	Ya	1
57	<i>From inventory</i>	B	Ya	1
58	<i>To transportation</i>	B	Ya	1
59	<i>To motion</i>	A	Ya	1
60	<i>To transportation</i>	B	Ya	1
61	<i>To motion</i>	B	Tidak	0,5
62	<i>To motion</i>	B	Ya	1
63	<i>From motion</i>	B	Ya	1
64	<i>From motion</i>	B	Ya	1
65	<i>From motion</i>	B	Sedang	0,5
66	<i>From overproduction</i>	B	Ya	1
67	<i>From process</i>	B	Ya	1
68	<i>From defect</i>	B	Sedang	0,5

3. Melakukan pembobotan untuk setiap jenis *waste* pada setiap jenis pertanyaan kuesioner berdasarkan bobot nilai yang diperoleh dari nilai WRM yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya. Penilaian menggunakan bobot dari WRM untuk memperoleh hasil yang lebih spesifik dengan menggabungkan nilai WAQ dan WRM. Berikut merupakan tabel dari pembobotan *waste* berdasarkan *waste relationship matrix* yang dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Pembobotan Waste berdasarkan WRM

No.	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	Bobot						
			O	I	D	M	T	P	W
<b>Kategori Man</b>									
1	<i>To motion</i>	1	8	4	6	10	8	6	0
2	<i>From motion</i>	2	0	4	2	10	0	8	6
3	<i>From defect</i>	3	4	4	10	6	2	8	8

No.	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	Bobot						
			O	I	D	M	T	P	W
4	<i>From motion</i>	4	0	4	2	10	0	8	6
5	<i>From motion</i>	5	0	4	2	10	0	8	6
6	<i>From defect</i>	6	4	4	10	6	2	8	8
7	<i>From process</i>	7	4	6	4	6	0	10	4
<b>Kategori Material</b>									
8	<i>To waiting</i>	8	4	0	8	6	4	4	10
9	<i>From waiting</i>	9	2	2	4	0	0	0	10
10	<i>From transportation</i>	10	2	8	2	8	10	0	4
11	<i>From inventory</i>	11	4	10	4	4	8	0	0
12	<i>From inventory</i>	12	4	10	4	4	8	0	0
13	<i>From defect</i>	13	4	4	10	6	2	8	8
14	<i>From inventory</i>	14	4	10	4	4	8	0	0
15	<i>From waiting</i>	15	2	2	4	0	0	0	10
16	<i>To defect</i>	16	6	4	10	2	2	4	4
17	<i>From defect</i>	17	4	4	10	6	2	8	8
18	<i>From transportation</i>	18	2	8	2	8	10	0	4
19	<i>To motion</i>	19	8	4	6	10	8	6	0
20	<i>From waiting</i>	20	2	2	4	0	0	0	10
21	<i>From motion</i>	21	0	4	2	10	0	8	6

No.	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	Bobot						
			O	I	D	M	T	P	W
22	<i>From transportaion</i>	22	2	8	2	8	10	0	4
23	<i>From defect</i>	23	4	4	10	6	2	8	8
24	<i>From motion</i>	24	0	4	2	10	0	8	6
25	<i>From inventory</i>	25	4	10	4	4	8	0	0
26	<i>From inventory</i>	26	4	10	4	4	8	0	0
27	<i>To waiting</i>	27	4	0	8	6	4	4	10
28	<i>From defect</i>	28	4	4	10	6	2	8	8
29	<i>From waiting</i>	29	2	2	4	0	0	0	10
30	<i>From overproduction</i>	30	10	10	6	8	4	0	4
31	<i>To motion</i>	31	8	4	6	10	8	6	0
<b>Kategori Machine</b>									
32	<i>From process</i>	32	4	6	4	6	0	10	4
33	<i>To waiting</i>	33	4	0	8	6	4	4	10
34	<i>From process</i>	34	4	6	4	6	0	10	4
35	<i>From transportation</i>	35	2	8	2	8	10	0	4
36	<i>To motion</i>	36	8	4	6	10	8	6	0
37	<i>From overproduction</i>	37	10	10	6	8	4	0	4
38	<i>From waiting</i>	38	2	2	4	0	0	0	10

No.	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	Bobot						
			O	I	D	M	T	P	W
39	<i>From waiting</i>	39	2	2	4	0	0	0	10
40	<i>To defect</i>	40	6	4	10	2	2	4	4
41	<i>From waiting</i>	41	2	2	4	0	0	0	10
42	<i>To motion</i>	42	8	4	6	10	8	6	0
43	<i>From process</i>	43	4	6	4	6	0	10	4
<i>Kategori Method</i>									
44	<i>To transportation</i>	44	4	8	2	0	10	0	0
45	<i>From motion</i>	45	0	4	2	10	0	8	6
46	<i>From waiting</i>	46	2	2	4	0	0	0	10
47	<i>To motion</i>	47	8	4	6	10	8	6	0
48	<i>To waiting</i>	48	4	0	8	6	4	4	10
49	<i>To defect</i>	49	6	4	10	2	2	4	4
50	<i>From motion</i>	50	0	4	2	10	0	8	6
51	<i>From defect</i>	51	4	4	10	6	2	8	8
52	<i>From motion</i>	52	0	4	2	10	0	8	6
53	<i>To waiting</i>	53	4	0	8	6	4	4	10
54	<i>From process</i>	54	4	6	4	6	0	10	4
55	<i>From process</i>	55	4	6	4	6	0	10	4

No.	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	Bobot						
			O	I	D	M	T	P	W
56	<i>To defect</i>	56	6	4	10	2	2	4	4
57	<i>From inventory</i>	57	4	10	4	4	8	0	0
58	<i>To transportation</i>	58	4	8	2	0	10	0	0
59	<i>To motion</i>	59	8	4	6	10	8	6	0
60	<i>To transportation</i>	60	4	8	2	0	10	0	0
61	<i>To motion</i>	61	8	4	6	10	8	6	0
62	<i>To motion</i>	62	8	4	6	10	8	6	0
63	<i>From motion</i>	63	0	4	2	10	0	8	6
64	<i>From motion</i>	64	0	4	2	10	0	8	6
65	<i>From motion</i>	65	0	4	2	10	0	8	6
66	<i>From overproduction</i>	66	10	10	6	8	4	0	4
67	<i>From process</i>	67	4	6	4	6	0	10	4
68	<i>From defect</i>	68	4	4	10	6	2	8	8

4. Melakukan perhitungan skor *waste* untuk menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk setiap jenis pertanyaan dan melakukan perhitungan skor jumlah (Sj) dan frekuensi (Fj). Perhitungan pembobotan *waste* berdasarkan Ni dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan Pembobotan *Waste* Berdasarkan Ni

No.	Jenis Pertanyaan	Ni	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
<b>Kategori Man</b>										
1	<i>To motion</i>	9	1	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
2	<i>From motion</i>	11	2	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
3	<i>From defect</i>	8	3	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
4	<i>From motion</i>	11	4	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
5	<i>From motion</i>	11	5	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
6	<i>From defect</i>	8	6	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
7	<i>From process</i>	7	7	0,57	0,86	0,57	0,86	0	1,43	0,57
<b>Kategori Material</b>										
8	<i>To waiting</i>	5	8	0,8	0	1,6	1,2	0,8	0,8	2
9	<i>From waiting</i>	8	9	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
10	<i>From transportation</i>	4	10	0,5	2	0,5	2	2,5	0	1
11	<i>From inventory</i>	6	11	0,67	1,67	0,67	0,67	1,33	0	0
12	<i>From inventory</i>	6	12	0,67	1,67	0,67	0,67	1,33	0	0
13	<i>From defect</i>	8	13	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
14	<i>From inventory</i>	6	14	0,67	1,67	0,67	0,67	1,33	0	0

No.	Jenis Pertanyaan	Ni	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
15	<i>From waiting</i>	8	15	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
16	<i>To defect</i>	4	16	1,5	1	2,5	0,5	0,5	1	1
17	<i>From defect</i>	8	17	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
18	<i>From transportation</i>	4	18	0,5	2	0,5	2	2,5	0	1
19	<i>To motion</i>	9	19	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
20	<i>From waiting</i>	8	20	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
21	<i>From motion</i>	11	21	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
22	<i>From transportaion</i>	4	22	0,5	2	0,5	2	2,5	0	1
23	<i>From defect</i>	8	23	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
24	<i>From motion</i>	11	24	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
25	<i>From inventory</i>	6	25	0,67	1,67	0,67	0,67	1,33	0	0
26	<i>From inventory</i>	6	26	0,67	1,67	0,67	0,67	1,33	0	0
27	<i>To waiting</i>	5	27	0,8	0	1,6	1,2	0,8	0,8	2
28	<i>From defect</i>	8	28	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
29	<i>From waiting</i>	8	29	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25

No.	Jenis Pertanyaan	Ni	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
30	<i>From overproduction</i>	3	30	3,33	3,33	2	2,67	1,33	0	1,33
31	<i>To motion</i>	9	31	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
<b>Kategori Machine</b>										
32	<i>From process</i>	7	32	0,57	0,86	0,57	0,86	0	1,43	0,57
33	<i>To waiting</i>	5	33	0,8	0	1,6	1,2	0,8	0,8	2
34	<i>From process</i>	7	34	0,57	0,86	0,57	0,86	0	1,43	0,57
35	<i>From transportation</i>	4	35	0,5	2	0,5	2	2,5	0	1
36	<i>To motion</i>	9	36	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
37	<i>From overproduction</i>	3	37	3,33	3,33	2	2,67	1,33	0	1,33
38	<i>From waiting</i>	8	38	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
39	<i>From waiting</i>	8	39	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
40	<i>To defect</i>	4	40	1,5	1	2,5	0,5	0,5	1	1
41	<i>From waiting</i>	8	41	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
42	<i>To motion</i>	9	42	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
43	<i>From process</i>	8	43	0,5	0,75	0,5	0,75	0	1,25	0,5
<b>Kategori Method</b>										

No.	Jenis Pertanyaan	Ni	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
44	<i>To transportation</i>	4	44	1	2	0,5	0	2,5	0	0
45	<i>From motion</i>	11	45	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
46	<i>From waiting</i>	8	46	0,25	0,25	0,5	0	0	0	1,25
47	<i>To motion</i>	9	47	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
48	<i>To waiting</i>	5	48	0,8	0	1,6	1,2	0,8	0,8	2
49	<i>To defect</i>	4	49	1,5	1	2,5	0,5	0,5	1	1
50	<i>From motion</i>	11	50	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
51	<i>From defect</i>	8	51	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
52	<i>From motion</i>	11	52	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
53	<i>To waiting</i>	5	53	0,8	0	1,6	1,2	0,8	0,8	2
54	<i>From process</i>	7	54	0,57	0,86	0,57	0,86	0	1,43	0,57
55	<i>From process</i>	7	55	0,57	0,86	0,57	0,86	0	1,43	0,57
56	<i>To defect</i>	4	56	1,5	1	2,5	0,5	0,5	1	1
57	<i>From inventory</i>	6	57	0,67	1,67	0,67	0,67	1,33	0	0
58	<i>To transportation</i>	3	58	1,33	2,67	0,67	0	3,33	0	0
59	<i>To motion</i>	9	59	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0

No.	Jenis Pertanyaan	Ni	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
60	<i>To transportation</i>	3	60	1,33	2,67	0,67	0	3,33	0	0
61	<i>To motion</i>	5	61	1,6	0,8	1,2	2	1,6	1,2	0
62	<i>To motion</i>	5	62	1,6	0,8	1,2	2	1,6	1,2	0
63	<i>From motion</i>	11	63	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
64	<i>From motion</i>	11	64	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
65	<i>From motion</i>	11	65	0	0,36	0,18	0,91	0	0,73	0,55
66	<i>From overproduction</i>	3	66	3,33	3,33	2	2,67	1,33	0	1,33
67	<i>From process</i>	7	67	0,57	0,86	0,57	0,86	0	1,43	0,57
68	<i>From defect</i>	8	68	0,5	0,5	1,25	0,75	0,25	1	1
Skor (Sj)				49,02	59,9	58,85	61,72	48,56	40,95	49,96
Frekuensi (Fj)				57	63	68	57	42	36	50

5. Melakukan perhitungan pembobotan akhir dengan menganalisa jawaban dari WAQ dan menghitung jumlah skor (Sj) dan frekuensi (Fj). Perhitungan dilakukan dengan cara membagi bobot pada tabel WRM dengan bobot jawaban WAQ. Berikut merupakan pembobotan akhir dari setiap waste yang dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Pembobotan Akhir

No.	Jenis Pertanyaan	Answer Weight	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
<b>Kategori Man</b>										
1	<i>To motion</i>	1	1	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
2	<i>From motion</i>	0	2	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
3	<i>From defect</i>	0	3	0,44	0,44	1,11	0,67	0,22	0,89	0,89
4	<i>From motion</i>	0,5	4	0	0,88	0,44	2,22	0	1,78	1,34
5	<i>From motion</i>	0	5	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
6	<i>From defect</i>	0	6	0,44	0,44	1,11	0,67	0,22	0,89	0,89
7	<i>From process</i>	0	7	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
<b>Kategori Material</b>										
8	<i>To waiting</i>	0	8	0,44	0	0,89	0,67	0,44	0,44	1,11
9	<i>From waiting</i>	0	9	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
10	<i>From transportation</i>	1	10	0,22	0,89	0,22	0,89	1,11	0	0,44
11	<i>From inventory</i>	0	11	0,44	0,10091	1	0,3964	2,02273	0	0
12	<i>From inventory</i>	0	12	0,44	1,11	0,44	0,44	0,89	0	0
13	<i>From defect</i>	1	13	0	0	0	0	0	0	0

No.	Jenis Pertanyaan	Answer Weight	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
14	<i>From inventory</i>	0,5	14	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>From waiting</i>	0	15	0	0	0	0	0	0	0
16	<i>To defect</i>	1	16	1,34	0,88	2,22	0,44	0,44	0,88	0,88
17	<i>From defect</i>	0,5	17	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>From transportation</i>	0,5	18	0,22	0,89	0,22	0,89	1,11	0	0,44
19	<i>To motion</i>	1	19	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
20	<i>From waiting</i>	1	20	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
21	<i>From motion</i>	0	21	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
22	<i>From transportaion</i>	1	22	0,22	0,89	0,22	0,89	1,11	0	0,44
23	<i>From defect</i>	0	23	0,44	0,44	1,11	0,67	0,22	0,89	0,89
24	<i>From motion</i>	0	24	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
25	<i>From inventory</i>	0	25	0,44	1,11	0,44	0,44	0,89	0	0
26	<i>From inventory</i>	0,5	26	0,44	1,11	0,44	0,44	0,89	0	0
27	<i>To waiting</i>	1	27	0,44	0	0,89	0,67	0,44	0,44	1,11
28	<i>From defect</i>	1	28	0,44	0,44	1,11	0,67	0,22	0,89	0,89

No.	Jenis Pertanyaan	Answer Weight	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
29	<i>From waiting</i>	0	29	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
30	<i>From overproduction</i>	0	30	2,22	2,22	1,34	1,78	0,88	0	0,88
31	<i>To motion</i>	0	31	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
<b>Kategori Machine</b>										
32	<i>From process</i>	0,5	32	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
33	<i>To waiting</i>	0	33	0,88	0	1,78	1,34	0,88	0,88	2,22
34	<i>From process</i>	0	34	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
35	<i>From transportation</i>	0	35	0,22	0,89	0,22	0,89	1,11	0	0,44
36	<i>To motion</i>	0	36	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
37	<i>From overproduction</i>	0	37	2,22	2,22	1,34	1,78	0,88	0	0,88
38	<i>From waiting</i>	0,5	38	0,44	0,44	0,88	0	0	0	2,22
39	<i>From waiting</i>	0	39	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
40	<i>To defect</i>	0,5	40	0	0	0	0	0	0	0
41	<i>From waiting</i>	1	41	0	0	0	0	0	0	0
42	<i>To motion</i>	0	42	0	0	0	0	0	0	0
43	<i>From process</i>	1	43	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kategori Method</b>										

No.	Jenis Pertanyaan	Answer Weight	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
44	<i>To transportation</i>	0,5	44	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
45	<i>From motion</i>	0	45	0,44	0	0,89	0,67	0,44	0,44	1,11
46	<i>From waiting</i>	0	46	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
47	<i>To motion</i>	1	47	0,22	0,89	0,22	0,89	1,11	0	0,44
48	<i>To waiting</i>	0	48	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
49	<i>To defect</i>	0	49	1,11	1,11	0,67	0,89	0,44	0	0,44
50	<i>From motion</i>	0	50	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
51	<i>From defect</i>	0	51	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
52	<i>From motion</i>	0	52	0,67	0,44	1,11	0,22	0,22	0,44	0,44
53	<i>To waiting</i>	0	53	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
54	<i>From process</i>	1	54	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0
55	<i>From process</i>	0	55	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
56	<i>To defect</i>	0	56	0,44	0,89	0,22	0	1,11	0	0
57	<i>From inventory</i>	0	57	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
58	<i>To transportation</i>	0	58	0,22	0,22	0,44	0	0	0	1,11
59	<i>To motion</i>	1	59	0,89	0,44	0,67	1,11	0,89	0,67	0

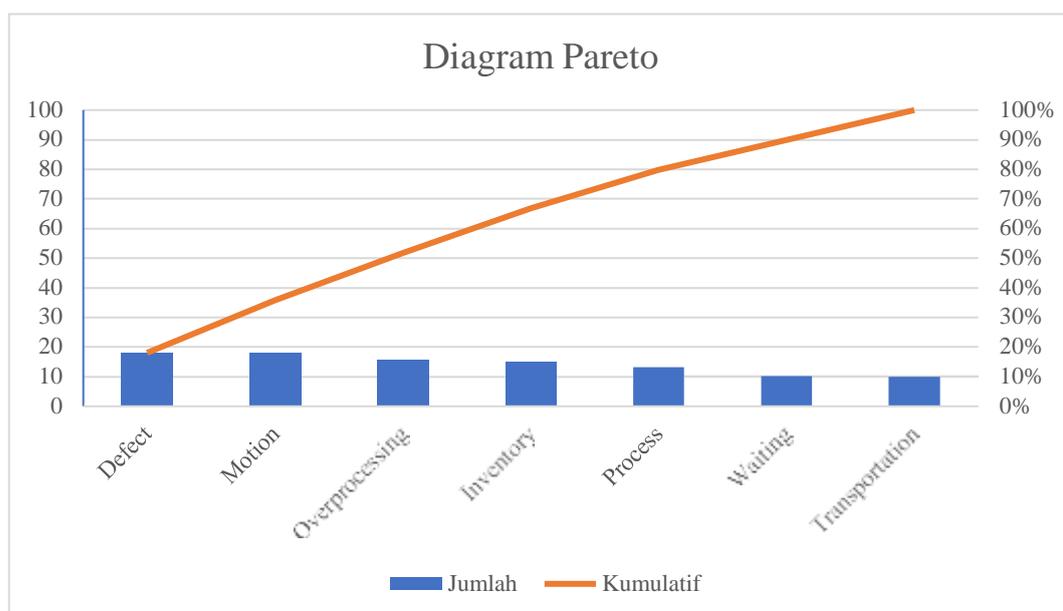
No.	Jenis Pertanyaan	Answer Weight	Nomor Pertanyaan	Bobot						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
60	<i>To transportation</i>	0	60	0,44	0	0,89	0,67	0,44	0,44	1,11
61	<i>To motion</i>	1	61	1,34	0,00721	1,65672	0,5	0,1982	2	2
62	<i>To motion</i>	0	62	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
63	<i>From motion</i>	0	63	0,44	0,44	1,11	0,67	0,22	0,89	0,89
64	<i>From motion</i>	0	64	0	0,44	0,22	1,11	0	0,89	0,67
65	<i>From motion</i>	0	65	0,88	0	1,78	1,34	0,88	0,88	2,22
66	<i>From overproduction</i>	0,5	66	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
67	<i>From process</i>	0	67	0,44	0,67	0,44	0,67	0	1,11	0,44
68	<i>From defect</i>	0	68	1,34	0,88	2,22	0,44	0,44	0,88	0,88
Skor (Sj)				31,21	33,3281	41,4567	44,0464	25,7009	33,75	42,58
Frekuensi (Fj)				24	24	24	21	18	12	17

6. Menghitung faktor indikasi dari setiap *waste* ( $Y_j$ ) dan menghitung probabilitas kejadian masing – masing *waste* ( $P_j$ ) dengan mengalikan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* ( $P_j$ ) berdasarkan total nilai persentase “*from*” dan “*to*” pada nilai *waste*. Setelah perhitungan  $Y_j$  dan  $P_j$  dilakukan maka dilakukan final score result dengan mengalikan skor  $Y_j$  dan  $P_j$  serta mengurutkan dalam bentuk peringkat dari yang terbesar sampai yang terkecil. Berikut merupakan analisa WRM dan WRQ yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Analisa WRM dan WAQ

	O	I	D	M	T	P	W	Total
Skor (Yj)	206,338	249,4552	253,9966	238,1104	154,1554	167,014	122,5395	1391,6
Pj Factor	0,268075329	0,21196	0,248628416	0,262923	0,226826	0,274725	0,289776	1,7829
Final Result (Yj Final)	55,31412724	52,87452	63,15077233	62,6047	34,96645	45,88292	35,50901	350,30
Final Result %	15,790%	15,094%	18,027%	17,872%	9,982%	13,098%	10,137%	100,0%
Peringkat	3	4	1	2	7	5	6	

Berikut merupakan diagram pareto dari peringkat *waste* yang dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram Pareto Waste

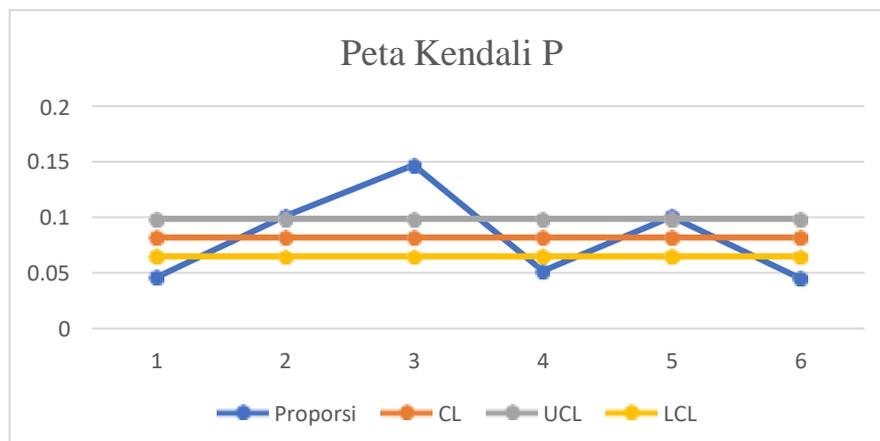
Berdasarkan diagram pareto didapatkan persentase dari masing – masing *waste* dan diurutkan persentase dari yang tertinggi ke yang terendah. Tiga peringkat tertinggi *waste* adalah jenis *waste defect* sebesar 18,027%, *waste motion* sebesar 17,872%, dan *waste overprocessing* sebesar 15,79%. Sehingga perusahaan dapat menerapkan *improvement* terhadap *waste* yang terjadi berdasarkan peringkat untuk prioritas *waste* yang akan diminimalisir.

#### 4.6.2.7 Peta Kendali P

Peta kendali adalah teknik yang dikenal untuk memecahkan permasalahan yang terjadi dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali P digunakan untuk mengukur proporsi cacat pada proses produksi dengan sampel yang diambil bersifat tidak konstan. Hal ini sesuai dengan proses produksi pada PT. KSL dalam memproduksi pengecatan helm *shell*. Dilakukannya peta pengendalian untuk melihat pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan apakah sudah baik atau belum. Dalam pembuatan peta kendali P menggunakan data produksi yang bulan September 2022. Data yang diambil menggunakan data 6 hari pada tanggal 5 September – 10 September. Berikut merupakan data produksi dan *defect* produk helm yang dapat dilihat pada tabel 4.18 dan peta kendali P pada proses produksi pengecatan helm *shell* yang dapat dilihat pada gambar 4.12.

Tabel 4.18 Data Produksi dan *Defect* Produk Helm

Tanggal	Dicat	Good	Not Good	%Defect	Proporsi	CL	UCL	LCL
05-Sep-22	2.400	2.289	111	4,63%	0,04625	0,027677	0,037723	0,017631
06-Sep-22	2.340	2.103	237	10,13%	0,101282	0,027677	0,037851	0,017504
07-Sep-22	2.340	1.996	344	14,70%	0,147009	0,027677	0,037851	0,017504
08-Sep-22	2.400	2.276	124	5,17%	0,051667	0,027677	0,037723	0,017631
09-Sep-22	2.400	2.158	242	10,08%	0,100833	0,027677	0,037723	0,017631
10-Sep-22	2.340	2.234	106	4,53%	0,045299	0,027677	0,037851	0,017504
<b>Total</b>	<b>14.220</b>	<b>13.056</b>	<b>1.164</b>	<b>8,19%</b>	<b>0,081857</b>	<b>0,027677</b>	<b>0,031804</b>	<b>0,02355</b>



Gambar 4.12 Peta Kendali P

Berdasarkan peta kendali P diatas dapat diketahui proses produksi <sup>Hari</sup> atau helm masih ada beberapa yang berada diluar batas kendali, hal ini menunjukkan proses produksi masih berjalan kurang baik dan dibutuhkannya *improvement* agar proses produksi dapat berjalan pada batas kendali.

#### 4.6.2.8 Perhitungan Nilai DPMO dan Tingkat Sigma

DPMO adalah target dari kualitas yang diharapkan dalam menerapkan metologi *six sigma* di dalam proses produksi dengan tujuan untuk meningkatkan kapabilitas proses dengan mencapai 3,4 DPMO dalam proses produksi. Data produksi yang digunakan adalah data produksi tanggal 5 September 2022 - 10 September 2022. Berikut merupakan tabel perhitungan DPMO dari produk helm yang dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan DPMO

Bulan (2022)	Jumlah Produksi	Defect
05-Sep-22	2.400	111
06-Sep-22	2.340	237
07-Sep-22	2.340	344
08-Sep-22	2.400	124
09-Sep-22	2.400	242
10-Sep-22	2.340	106
<b>Total</b>	<b>14.220</b>	<b>1.164</b>

Berdasarkan tabel diatas maka perhitungan DPMO menggunakan rumus pada persamaan 2.6 dapat dilihat sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{1.164}{14.220 \times 22} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 3720,75 = 3.721 \text{ produk}$$

Didapatkan hasil perhitungan nilai DPMO adalah sebesar 3.721 produk. Nilai DPMO akan digunakan untuk menghitung nilai tingkat sigma. Perhitungan tingkat sigma dapat menggunakan bantuan software *Microsoft Excel* dengan rumus pada persamaan 2.7 dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Tingkat sigma} = \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - 3720,75}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Tingkat sigma} = 4,176412473$$

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan tingkat sigma didapatkan bahwa proses produksi PT. KSL berada pada level 4 sigma dengan jumlah DPMO adalah 3.721 produk. Dengan demikian perusahaan dapat melakukan improvement sampai dengan level 6 sigma.

#### **4.6.3 Tahap Analyze**

Tahap *analyze* merupakan tahap yang dilakukan untuk mengidentifikasi atau mencari penyebab dari permasalahan yang terjadi sehingga dapat dicari dari ide-ide yang akan digunakan dalam tahap *improve*. Pada tahap *analyze* akan dilakukan pada proses produksi pengecatan helm *shell* dengan pertama mencari penyebab permasalahan menggunakan *fishbone diagram* dengan menggunakan *fishbone diagram* dapat diketahui dari faktor-faktor penyebab permasalahan tersebut seperti faktor *man, machine, method, material, dan environment*. Setelah dibuatnya *fishbone* untuk mencari tahu penyebab dari *waste defect* selanjutnya akan dilanjutkan dengan menggunakan *why-why analysis* untuk jenis *waste* lainnya. Selanjutnya dilakukan metode *failure mode and effect analysis* untuk mengetahui akar permasalahan dari penyebab permasalahan terjadi.

##### **4.6.3.1 Jenis Waste Pada Lini Produksi Pengecatan Helm**

Berdasarkan analisa yang dilakukan pada tahap *measure* menggunakan *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ) terdapat tiga jenis *waste* tertinggi pada proses produksi. Ketiga *waste* tersebut adalah *waste defect, waste motion, dan waste overproduction*. Berikut merupakan penjelasan dari ketiga jenis *waste* terbesar:

##### *1. Defect*

*Defect* adalah pemborosan yang terjadi karena produk yang diproduksi tidak dapat memenuhi standar yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Pemborosan jenis *defect* akan teridentifikasi saat dilakukannya proses inspeksi yang ada pada lini produksi. Adapun jenis-jenis *defect* yang terjadi pada lini produksi pengecatan helm adalah sebagai berikut:

a. *Silicon*

Jenis *defect* yang ditandai dengan adanya cekungan kedalam berbentuk lingkaran di permukaan produk. *Defect* ini disebabkan terdapat lapisan minyak pada *raw material* sehingga tidak dapat dilapisi sempurna dengan cat.

b. Buram

Jenis *defect* yang terjadi karena komposisi cat yang tidak sesuai dengan standar sehingga menimbulkan *finishing* yang tidak *glossy*.

c. Meler

Jenis *defect* yang disebabkan oleh perbedaan ketebalan pada proses pengecatan. *Defect* meler ini berbentuk seperti lelehan cat yang ada pada permukaan *part*.

d. Tipis

Jenis *defect* yang terjadi karena kelalaian operator dalam proses penyemprotan cat, sehingga hasil cat tidak merata ketebalannya yang menyebabkan cat produk menjadi tidak *glossy*.

e. Bruntus

Jenis *defect* yang ditandai dengan terdapat bintik – bintik kecil berbentuk tonjolan pada permukaan produk. Hal ini disebabkan oleh produk setengah jadi yang belum kering terlalu cepat dipindahkan kedalam oven untuk menjalani proses oven.

f. Kulit jeruk

Jenis *defect* yang ditandai dengan kasarnya permukaan produk yang disebabkan oleh kesalahan *setting spray gun* pada proses pengecatan.

g. Beradu

Jenis *defect* yang ditimbulkan karena kesalahan dalam penyusunan WIP untuk dipindahkan ke proses berikutnya, barang setengah jadi yang disusun beradu sehingga mengakibatkan goresan pada permukaan produk.

h. Belang

Jenis *defect* yang ditandai dengan adanya perbedaan warna pada permukaan produk. Hal ini disebabkan oleh kelalaian operator pengecatan sehingga menghasilkan warna yang berbeda.

i. *Ex amplas*

Jenis *defect* yang ditandai dengan masih terlihatnya sisa-sisa pengamplasan atau sisa-sisa proses *rework*. Hal ini terjadi karena proses pengamplasan tidak merata.

j. Kentob

Jenis *defect* yang terjadi karena pada proses pengamplasan terlalu dalam sehingga menyebabkan berubahnya ketebalan produk.

k. Bintik kotor

Jenis *defect* yang ditandai dengan adanya bintik kotor pada permukaan cat. Bintik kotor disebabkan oleh partikel-partikel debu yang menempel pada permukaan cat yang masih basah. Menempelnya partikel – partikel debu ini dapat terjadi pada tiap proses.

l. Bintik air

Jenis *defect* yang ditandai dengan adanya lingkaran-lingkaran kecil yang disebabkan oleh butiran-butiran atau buih-buih air yang menempel pada permukaan cat.

m. Gores

Jenis *defect* yang ditandai dengan adanya garis yang timbul membekas pada permukaan cat.

n. Dimensi

Jenis *defect* berupa adanya perubahan bentuk pada part tersebut.

o. Nyerep

Jenis *defect* yang disebabkan karena material cat tidak bisa menempel sempurna yang disebabkan *raw material part* bermasalah.

p. Bintik Bahan Material

Jenis *defect* yang disebabkan oleh material part itu sendiri.

q. *Adhision*

Jenis *defect* dikarenakan permukaan cat yang tidak menempel.

r. *Leafthing*

Jenis *defect* yang ditandai dengan kondisi cat yang mengkerut sehingga menyebabkan permukaan cat tidak rata.

s. *Poping*

Jenis *defect* yang ditandai dengan benjolan-benjolan kecil pada lapisan cat kering yang membentuk lubang kecil diatas benjolan-benjolan tersebut.

t. Kulit Tangan

Jenis *defect* yang ditandai dengan permukaan tidak rata pada produk akibat *overspray* pada proses pengecatan.

u. *Up Short*

Jenis *defect* yang disebabkan oleh sentuhan tangan yang membekas pada cat yang masih basah.

v. Jatuh

Jenis *defect* yang disebabkan oleh kelalaian dari operator sehingga helm jatuh dari meja.

## 2. *Motion*

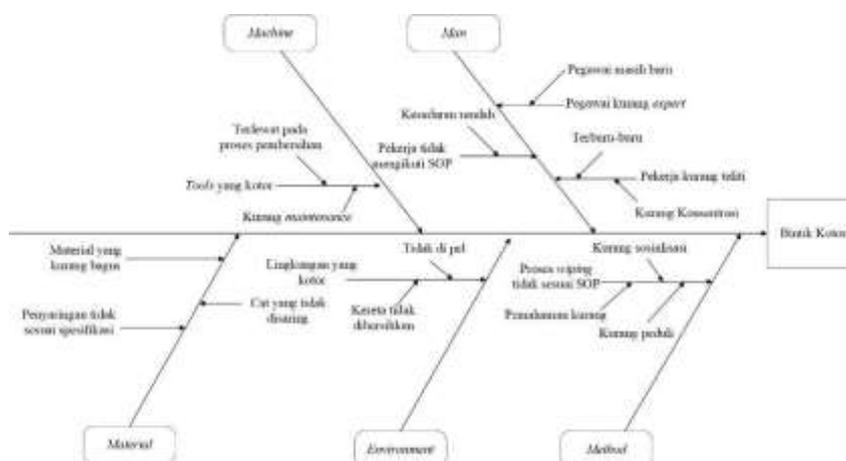
*Motion* adalah jenis pemborosan yang terjadi akibat pergerakan kegiatan yang tidak menambah nilai kepada produk yang akan diserahkan ke *customer*. Berdasarkan observasi yang dilakukan pada perusahaan *waste* jenis *motion* dilakukan ketika karyawan mengambil alat dari meja ke meja lainnya untuk melakukan proses *buffing*, mengambil lap dan kereta dari luar gedung menuju lini produksi paling banyak ketika pemindahan komponen dari gudang menuju lini produksi, dan memindahkan box dari lantai bawah tanah menuju lini produksi.

### 3. *Overprocessing*

*Overproduction* adalah pemborosan yang terjadi dikarenakan perusahaan melakukan proses yang tidak memberikan nilai tambah kepada produk. Jenis *waste* ini dapat berpengaruh terhadap *waste* lainnya. Seringkali *waste overprocessing* ditemukan dikarenakan perusahaan harus memproduksi produk untuk menggantikan produk *defect* yang dihasilkan dan produksi yang berlebih terjadi diiringi dengan kapasitas *inventory* yang melebihi batas.

#### 4.6.3.2 *Fishbone Diagram*

*Fishbone* diagram merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah dan akibat dengan faktor-faktor penyebab terjadinya. Diagram *fishbone* digunakan pada tahap *analyze* untuk mencari faktor-faktor dari penyebabnya *defect* tertinggi yang ditemukan pada tahap *define* yaitu *defect* bintik kotor, *defect* nyerep, dan *defect* meler. Berikut merupakan analisa *fishbone* pada jenis *waste defect* tertinggi yang dapat dilihat pada Gambar 4.13 – Gambar 4.15.



Gambar 4.13 *Fishbone Defect Bintik Kotor*

Berikut merupakan penjelasan dari gambar 4.13 mengenai faktor-faktor penyebab *defect* bintik kotor:

#### a. *Method*

Pada faktor *method defect* bintik kotor terjadi dikarenakan proses *wiping* pada helm tidak sesuai dengan SOP yang ada, hal tersebut bisa terjadi dikarenakan karyawan yang kurang memahami akan SOP, kurang akan

sosialisasi, dan kurangnya kepedulian terhadap media yang sedang proses *wiping*.

b. *Man*

Pada faktor *man defect* bintik kotor terjadi dikarenakan pekerja yang kurang teliti akan helm yang akan di cat sehingga masih adanya debu yang tertinggal pada helm, tidak mengikuti SOP yang ada dikarenakan kesadaran dari pekerja yang rendah, dan pekerja yang belum *expert* pekerja dalam proses penyemprotan cat yang disebabkan karena pegawai masih baru.

c. *Environment*

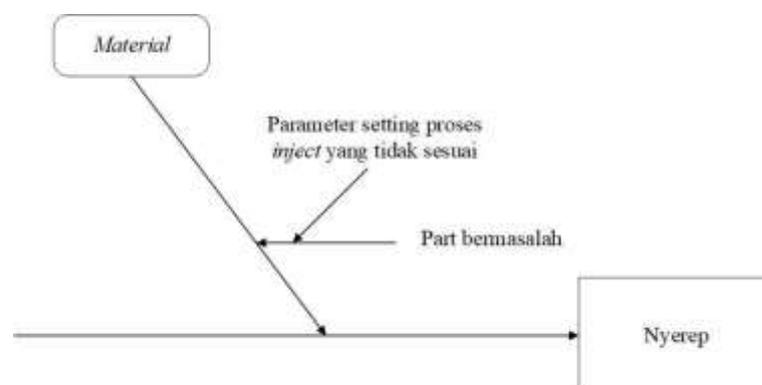
Pada faktor *environment defect* bintik kotor terjadi karena lingkungan dari proses produksi yang kotor sehingga terdapatnya banyak debu. Debu pada proses produksi masih banyak dikarenakan ruangan yang terlewat jadwal pembersihan dan kereta untuk penyangga helm yang tidak dibersihkan sehingga masih banyaknya kotoran yang menempel.

d. *Machine*

Pada faktor *machine defect* bintik kotor bisa terjadi dikarenakan *tools* yang tidak dibersihkan sesuai dengan jadwal *maintenance* sehingga *tools* yang digunakan untuk mengecat dalam keadaan kotor.

e. *Material*

Pada faktor material defect bintik kotor terjadi karena material cat yang kurang bagus, cat yang tidak disaring, dan proses penyaringan cat yang tidak sesuai dengan ketentuan saringan pada spesifikasi cat.

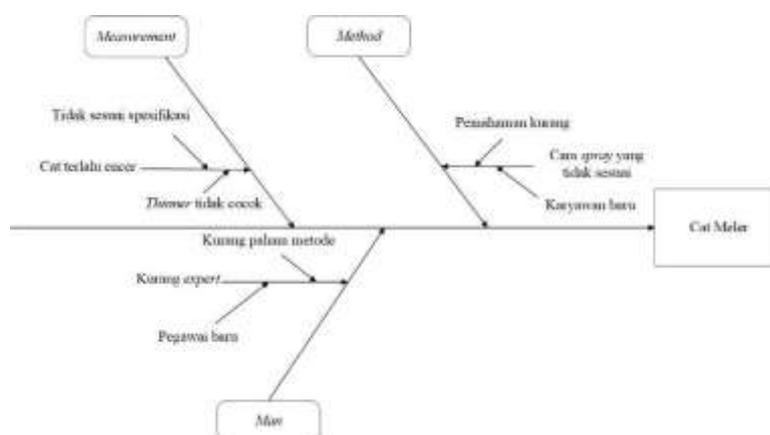


Gambar 4.14 *Fishbone Defect Nyerep*

Berikut merupakan penjelasan dari gambar 4.14 mengenai faktor penyebab *defect* nyerep yaitu:

a. Material

Pada faktor material adalah penyebab terjadinya *defect* jenis nyerep dikarenakan *part* yang bermasalah sehingga cat yang disemprotkan akan menyerap kedalam bahan material, hal ini disebabkan oleh *raw material* pada saat proses pembuatan *raw material* mesin injeksi yang disetting tidak sesuai sehingga menimbulkan *part* yang kurang baik.



Gambar 4.15 *Fishbone Defect Meler*

Berikut merupakan penjelasan dari gambar 4.15 mengenai faktor-faktor penyebabnya terjadinya *defect* meler yaitu:

a. *Method*

Pada faktor *method defect* meler bisa terjadi dikarenakan cara *spray* yang tidak sesuai dengan standar sehingga cat yang diaplikasikan berlebihan. Hal ini dikarenakan pemahaman akan metode kurang dan karyawan yang masih baru sehingga belum mendapatkan jarak penyemprotan yang pas.

b. *Man*

Pada faktor *man defect* meler terjadi dikarenakan pegawai yang kurang *expert* sehingga cat yang diaplikasikan tidak merata dan berlebihan hal ini dikarenakan pekerja masih baru dan kurang terhadap metode pengecatan.

c. *Measurement*

Pada faktor *measurement defect* meler terjadi dikarenakan cat yang digunakan terlalu encer yang disebabkan karena material yang digunakan

tidak sesuai spesifikasi dan dikarenakan penggunaan *thinner* yang tidak sesuai dengan jenis cat.

#### 4.6.3.3 Why – Why Analysis

*Why – Why Analysis* merupakan *tool* untuk menemukan *root cause* dari suatu permasalahan yang akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan *problem solving*. *Tool* ini membantu dalam mengidentifikasi akar masalah atau penyebab dari ketidaksesuaian pada proses atau produk. Pada *tool* ini akan dicari penyebab permasalahan dengan menggunakan pertanyaan mengapa secara terus menerus. *Why – Why Analysis* untuk *waste motion* dapat dilihat pada tabel 4.20 dan *Why – Why Analysis* untuk *waste overproduction* dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.20 *Why – Why Analysis Waste Motion*

<i>Waste</i>	<i>Faktor</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>
<i>Motion</i>	<i>Man</i>	Melakukan gerakan yang tidak memberikan nilai tambah pada proses produksi	Mengambil alat dari meja ke meja lainnya, mengambil lap dan kereta, dan memindahkan <i>box</i>	Agar barang terlihat rapih dan sesuai dengan prinsip 5r

Tabel 4.21 *Why – Why Analysis Waste Over Production*

<i>Waste</i>	<i>Faktor</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Over Processing</i>	<i>Man</i>	Perusahaan melakukan proses yang tidak memberikan nilai tambah kepada produk	Memproduksi helm <i>shell</i> berlebih	Memenuhi kebutuhan dari permintaan konsumen sesuai tanggal pengiriman	Banyaknya produk <i>defect</i> dihasilkan sehingga untuk mencapai target dilakukan proses produksi dengan bahan material baru	Pekerja yang masih belum <i>expert</i> dan <i>maintenance</i> yang dilakukan masih belum maksimal

#### 4.6.3.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode yang digunakan untuk menganalisa dan memberi nilai kegagalan yang harus ditangani lebih lanjut. FMEA dilakukan pada tahap *analyze* dengan tujuan untuk mengidentifikasi kegagalan potensial dengan memberikan penilaian kepada masing – masing jenis kegagalan dan dilakukan tindakan untuk memperbaiki kegagalan tersebut.

Dalam pembuatan FMEA dilakukan pemberian rating terhadap elemen *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). rating yang dilakukan akan diberi nilai skor 1 samapi 10. Untuk nilai pada *severity* (S) dinilai berdasarkan efek dari yang paling besar hingga ke yang paling kecil. Angka 1 menunjukkan efek yang paling kecil dan angka 10 menunjukkan efek yang paling besar. Untuk nilai pada *occurrence* (O) dinilai berdasarkan kemungkinan terjadi dari yang paling memungkinkan hingga ke yang jarang kemungkinan terjadi. Angka 1 menunjukkan kemungkinan yang paling jarang terjadi dan angka 10 menunjukkan kemungkinan yang sering terjadi. Untuk nilai pada *detection* (D) dinilai berdasarkan kemampuan untuk mendeteksi terjadinya kegagalan dari yang paling mudah unntuk dideteksi hingga ke yang sulit untuk dideteksi. Angka 1 menunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan yang mudah untuk dideteksi dan angka 10 menunjukkan kemungkinan teujadinya kegagalan yang sulit untuk dideteksi. Berikut merupakan hasil analisa FMEA yang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Analisa FMEA

No.	Potential Failure Mode	Productt Effect or Failure	S	Potential Cause	O	Current Process Control	D	RPN	Rank	Action Recommended
1	Dimensi	Dimensi produk berubah	5	Suhu yang terlalu panas	2	Inspeksi terhadap <i>setting</i> mesin sebelum proses oven	5	50	6	Membuat <i>one point lesson</i>
2	Buram	Kesalahan dalam pencampuran bahan material	5	Karyawan kurang memahami spek, kesalahan perbandingan rasio cat	1	Inspeksi terhadap hasil cat setelah proses <i>mixing</i>	3	15	11	Membuat <i>checksheet</i> inspeksi proses <i>mixing</i> cat
3	Cat meler	Cat yang menempel pada produk berlebihan	4	Kesalahan dalam teknik penyemprotan	6	Inspeksi secara visual terhadap teknik penyemprotan	3	72	3	Membuat <i>one point lesson</i>
4	Bintik kotor	Masih terdapat debu pada bahan material	7	Kurang bersih saat <i>wiping</i> dan lingkungan yang kotor	7	Inspeksi secara visual sebelum proses naik cat dan memperhatikan kondisi visual	3	147	1	Memperketat pengawasan SOP, melakukan inspeksi secara rutin untuk meningkatkan kepedulian dengan menggunakan <i>checksheet</i>
5	Cat nyerep	Cat yang menyerap kedalam bahan material	5	Part yang bermasalah karena proses <i>inject</i> yang tidak sesuai dengan parameter <i>setting</i>	5	Inspeksi secara visual dan melapisi produk dengan <i>thinner</i>	3	75	2	Membuat <i>one point lesson</i>
6	Gores	Terdapat goresan pada hasil produk	5	Terbentur, terkena benda, jatuh	6	Inspeksi secara visual pada setiap proses	2	60	4	Membuat <i>checksheet</i>
7	Silicon	Terdapat lapisan minyak pada helm	4	Proses <i>inject, compound</i>	3	Inspeksi secara visual sebelum proses naik cat	3	36	8	Membuat <i>checksheet</i> dan meningkatkan pengawasan SOP
8	Kentob	Permukaan yang tidak rata	4	Pada saat proses amplas terlalu dalam	7	Inspeksi secara visual saat proses amplas	2	54	5	Meningkatkan pengawasan SOP, membuat <i>one point lesson</i> dan sosialisasi dengan karyawan
9	Bintik Air	Terdapat bintik kecil pada permukaan cat	4	Masih tersisnya air bekas pembersihan	2	Inspeksi secara visual setelah proses cat	2	16	9	Meningkatkan pengawasan SOP dan sosialisasi dengan karyawan
No.	Potential Failure Mode	Productt Effect or Failure	S	Potential Cause	O	Current Process Control	D	RPN	Rank	Action Recommended
10	Beradu	Terdapat goresan maupun luka pada permukaan cat	5	Kelalaian dalam penyusunan helm	3	Inspeksi secara visual saat penyusunan helm	3	45	7	Meningkatkan pengawasan SOP dan sosialisasi dengan karyawan
11	Tipis	Cat tidak rata	3	SOP sulit dipahami	6	Inspeksi secara visual saat penyemprotan	1	18	10	Pembuatan SOP, pelatihan karyawan

Berdasarkan analisis menggunakan metode FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.19 didapatkan peringkat jenis cacat yang terjadi pada proses produksi di PT. Kandakawana Sakti. Penentuan peringkat didasarkan pada nilai *risk priority number* (RPN) dengan semakin tinggi nilai RPN maka akan semakin tinggi peringkat cacat. Berdasarkan hasil FMEA didapatkan hasil tiga tertinggi yaitu peringkat satu adalah bintik kotor dengan nilai RPN 147, peringkat kedua adalah cat nyerep dengan nilai RPN 75 dan peringkat ketiga adalah cat meler dengan nilai RPN 72. Berikut merupakan penjelasan dari FMEA ketiga permasalahan teratas yaitu:

#### 1. Bintik Kotor

Bintik kotor mendapatkan nilai RPN sebesar 147 yang didapatkan dari nilai *severity* 7. Nilai *opportunity* sebesar 7 yang didapatkan dari diagram pareto hasil produksi bahwa bintik kotor merupakan jenis *defect* dengan jumlah terbanyak. Nilai *detection* diberi nilai 3 dikarenakan masih bisa dilakukann pengawasan. *Defect* bintik kotor mendapatkan nilai RPN sebesar 147 dikarenakan bintik kotor merupakan *defect* yang kemungkinan terjadi pada setiap prosesnya. *Defect* ini bisa terjadi karena lingkungan yang kotor, *tools* yang kotor, maupun dari metode *wiping* yang dilakukan tidak sesuai dengan standar yang ada.

#### 2. Cat Nyerep

Cat Nyerep mendapatkan nilai RPN sebesar 75 yang didapatkan dari nilai *severity* 5. Nilai *opportunity* sebesar 5 yang didapatkan dari diagram pareto hasil produksi bahwa Cat Nyerep merupakan jenis *defect* kedua dengan jumlah terbanyak. Nilai *detection* diberi nilai 3 dikarenakan masih bisa dilakukann pengawasan. *Defect* cat nyerep didapatkan hasil RPN sebesar 75 dikarenakan cat nyerep merupakan *defect* yang dihasilkan dari *part* helm itu sendiri yang bermasalah sehingga *part* plastik akan menyerap cat yang ada pada permukaan helm.

#### 3. Cat Meler

Cat Meler mendapatkan nilai RPN sebesar 72 yang didapatkan dari nilai *severity* 4. Nilai *opportunity* sebesar 6 yang didapatkan dari diagram pareto

hasil produksi bahwa Cat Meler merupakan jenis *defect* ketiga dengan jumlah terbanyak. Nilai *detection* diberi nilai 3 dikarenakan masih bisa dilakukann pengawasan. *Defect* cat meler ini didapatkan hasil RPN sebesar 72 dikarenakan cat meler disebabkan oleh metode yang salah dalam proses penyemprotan cat.

#### **4.6.4 Tahap *Improve***

Tahap *improve* merupakan tahap ke empat dalam prinsip DMAIC dimana pada tahap ini akan dilakukannya perencanaan untuk dilakukannya implementasi perbaikan dengan tujuan untuk mengurangi *waste* yang terjadi pada proses produksi pengecatan helm *shell* pada PT. Kandakawana Sakti. Pada tahap *improve* dilakukan dengan pembuatan *action plan*, *future value stream mapping*, usulan pembuatan *checksheet*, dan usulan pembuatan *one point lesson*.

##### **4.6.4.1 Metode 5W + 1H**

Pada tahap *improve* dilakukan analisis menggunakan metode 5W +1H untuk mengumpulkan informasi sebagai dasar untuk pemecahan masalah. Pada metode 5W + 1 H akan memuat pertanyaan menggunakan *why*, *where*, *when*, *who*, *what*, dan *how*. Analisis menggunakan metode 5W +1H dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Analisis 5W + 1H

No.	What	When	Where	Who	Why	How
1	Waste Defect	Proses Produksi Helm Shell	Ruang Produksi	Kepala Produksi	Defect dimensi terjadi dikarenakan material helm yang berubah dimensi hal tersebut disebabkan oleh oven yang terlalu panas dan material helm yang kurang baik.	Melakukan pengawasan terhadap SOP, melakukan sosialisasi kepada karyawan, dan membuat <i>one point lesson</i>
					Defect buram terjadi dikarenakan kesalahan dalam pencampuran material cat hal ini disebabkan oleh karyawan yang kurang memahami spek dari cat	Melakukan pelatihan kepada karyawan, melakukan sosialisasi, dan membuat <i>checksheet</i> inspeksi <i>mixing</i> cat
					Defect cat meler terjadi dikarenakan cat yang menempel pada produk berlebihan hal tersebut disebabkan oleh kesalahan dalam teknik penyemprotan terutama jarak penyemprotan	Melakukan pelatihan kepada karyawan dan membuat <i>one point lesson</i>
					Defect bintik kotor terjadi dikarenakan terdapat debu pada permukaan cat hal ini disebabkan oleh lingkungan yang kotor, <i>tools</i> , dan kesadaran dari karyawan kurang.	Memperketat pengawasan SOP, melakukann inspeksi secara rutin pada <i>tools</i> yang digunakan, membuat <i>checksheet</i> kebersihan lap dan kereta.
					Defect cat nyerep disebabkan oleh cat yang menyerap kedalam bahan material hal ini disebabkan oleh bahan material yang kurang baik	Membuat <i>one point lesson</i>
					Defect gores terjadi karena terdapat goresan pada permukaan cat yang disebabkan oleh produk yang tergores benda saat proses produksi	Peningkatan pengawasan dan membuat <i>checksheet</i>
					Defect silicon terjadi karena terdapat lapisan minyak pada bahan material helm yang disebabkan oleh mesin <i>injection</i> dan <i>compound</i>	Meningkatkan pengawasan SOP dan membuat <i>checksheet</i>
					Defect kentob terjadi karena permukaan yang tidak rata disebabkan proses pengamplasan yang terlalu dalam	Melakukan sosialisasi dengan karyawan, meningkatkan pengawasan SOP dan membuat <i>one point lesson</i>
					Defect bintik air terjadi karena terdapat bintik kecil pada permukaan cat yang disebabkan oleh masih tersisnya air setelah proses pencucian helm maupun percikan air dari layar pengecatan	Meningkatkan pengawasan SOP dan sosialisasi dengan karyawan
					Defect beradu terjadi karena terdapat goresan maupun luka pada permukaan cat yang disebabkan oleh kelalaian karyawan dalam penyusunan helm	Meningkatkan pengawasan SOP dan sosialisasi dengan karyawan
					Defect tipis terjadi karena terdapat cat yang tidak merata pada helm hal ini disebabkan oleh SOP sulit dipahami	Pembuatan SOP dan pelatihan karyawan secara rutin
2	Waste Motion	Proses Produksi Helm Shell	Ruang Produksi	Kepala Produksi	Waste motion disebabkan oleh karyawan yang melakukan gerakan tidak memberikan nilai tambah	Melakukan penggabungan beberapa proses dan peletakan alat dekat operator
3	Waste Overprocessing	Proses Produksi Helm Shell	Ruang Produksi, Gudang	Kepala Produksi	Waste overproduction disebabkan oleh banyaknya produk yang dihasilkan melebihi jumlah permintaan	Meningkatkan pengendalian kualitas pada proses produksi

#### 4.6.4.2 Action Plan

*Action plan* adalah langkah strategis yang dilakukan oleh perusahaan untuk mewujudkan sasaran strategis dimana pada *action plan* dibuat berdasarkan dari analisa FMEA yang telah dilakukan sehingga perusahaan dapat melakukan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas proses produksi. Berikut merupakan *action plan* yang dilakukan perusahaan untuk meminimalisir *waste* yang dihasilkan yang dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 *Action Plan*

Rank	Potential Failure Mode	Action Recommended	Analisa tindakan yang direkomendasikan			Penanggung jawab
			Memungkinkan untuk dilaksanakan	Mungkin dilaksanakan dalam pertimbangan	Tidak mungkin dilakukan	
1	Dimensi	Membuat <i>one point lesson</i>		✓		Divisi produksi
2	Buram	Membuat <i>checksheet</i> inspeksi proses <i>mixing</i> cat	✓			Divisi produksi
3	Cat meler	Membuat <i>one point lesson</i>	✓			Divisi produksi
4	Bintik kotor	Memperketat pengawasan SOP, melakukan inspeksi secara rutin untuk meningkatkan kepedulian dengan menggunakan <i>checksheet</i>	✓			Divisi produksi
5	Cat nyerep	Membuat <i>one point lesson</i>	✓			Divisi produksi
6	Gores	Membuat <i>checksheet</i>	✓			Divisi produksi
7	Silicon	Membuat <i>checksheet</i> dan meningkatkan pengawasan SOP	✓			Divisi produksi
8	Kentob	Meningkatkan pengawasan SOP, membuat <i>one point lesson</i> dan sosialisasi dengan karyawan	✓			Divisi produksi
9	Bintik Air	Meningkatkan pengawasan SOP dan sosialisasi dengan karyawan		✓		Divisi produksi
10	Beradu	Meningkatkan pengawasan SOP dan sosialisasi dengan karyawan		✓		Divisi produksi
11	Tipis	Pembuatan SOP, pelatihan karyawan	✓			Divisi produksi

#### 4.6.4.3 Future Value Stream Mapping (FVSM)

*Future value stream mapping* adalah gambaran luas proses produksi yang digunakan untuk melihat informasi yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan dari *current value stream mapping*. Pada *future value stream mapping* hal yang diterapkan adalah pemetaan kondisi perusahaan di masa yang akan datang. Melalui FVSM dapat dibandingkan perbedaan sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan dari nilai *value added* dan *non value added* sehingga akan terlihat perbedaan pada *process cycle efficiency*. Berikut merupakan usulan yang diberikan pada pemetaan FVSM sebagai berikut:

1. Proses dari *set up* mesin oven selama 600 detik dilakukan bersama dengan proses sebelumnya yaitu proses *wiping* Sehingga setelah proses selesai mesin oven sudah siap dipakai. Usulan ini dapat mengurangi *lead time* sebesar 600 detik.
2. Persiapan untuk penggunaan APD pada proses *under coat* dapat dilakukan pada proses *tacklot* sehingga saat helm sudah siap masuk *under coat* tidak adanya menunggu operator memakai APD. Usulan ini dapat mengurangi waktu *lead time* sebesar 1.800 detik
3. Melakukan proses *quality control* dan *packing* secara bersamaan sehingga tidak perlu menunggu semua produk di satu rak. Usulan ini dapat mengurangi waktu *lead time* sebesar 3.511 detik.

Berikut merupakan perhitungan *manufacturing lead time* setelah dilakukannya perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Perhitungan *Manufacturing Lead Time* Setelah Dilakukannya Perbaikan

Helm			Cat		
Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)	Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)
Persiapan helm		50	Persiapan Cat		10
Amplas	120		<i>Mixing</i>	870	
Transportasi <i>Line 1</i>		55	Transportasi		55
Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)	Proses	VA (Detik)	NVA (Detik)
<i>Wiping</i>	60				
Transportasi oven		300			
<i>Oven &amp; Tacklot</i>	70				
Transportasi <i>Under Coat</i>		600			
<i>Under Coat</i>	30				
Transportasi <i>Flash Off</i>		300			

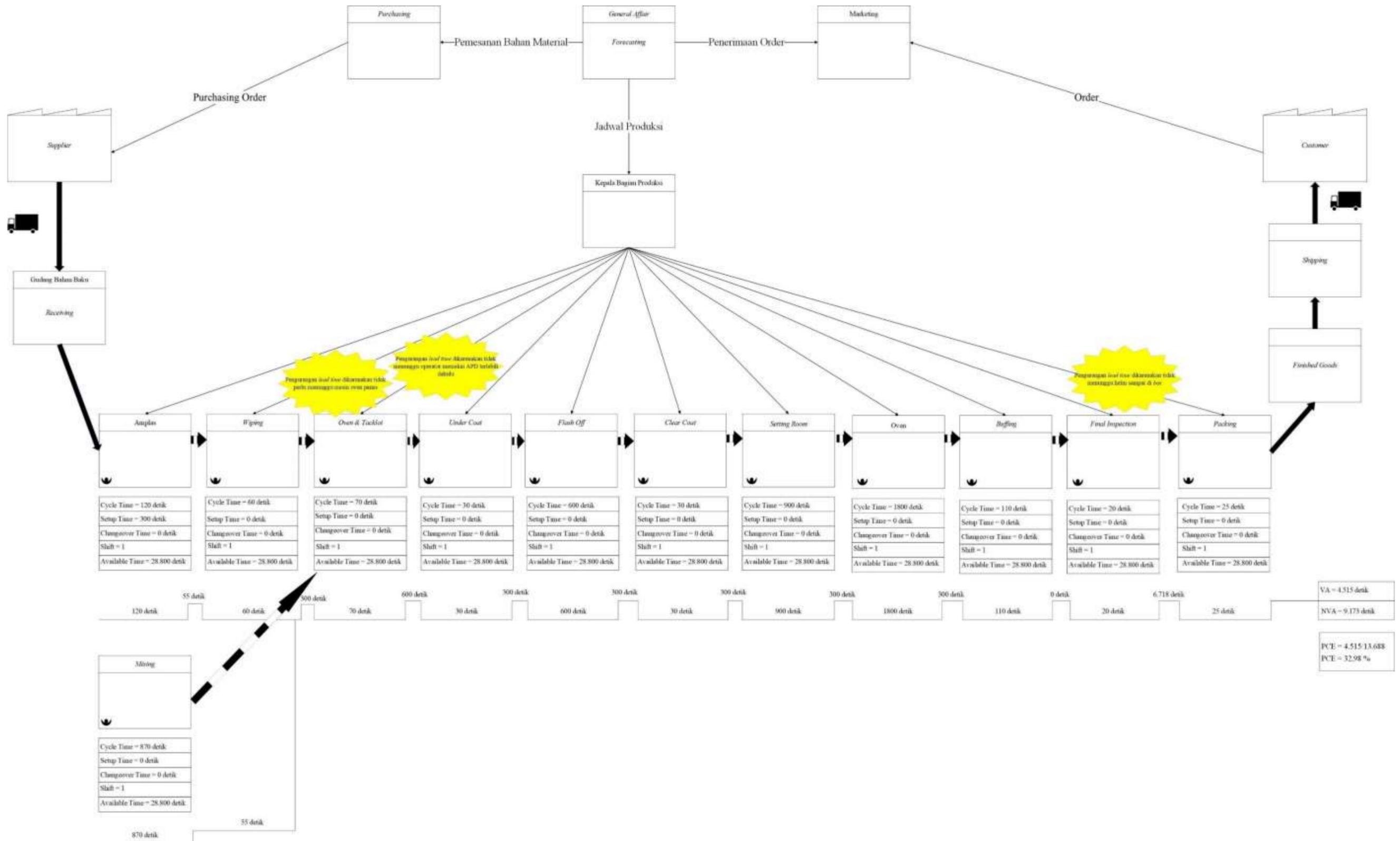
Helm			Cat		
<i>Flash Off</i>	600				
Transportasi <i>Clear Coat</i>		300			
<i>Clear Coat</i>	30				
Transportasi <i>Set Room</i>		300			
<i>Setting Room</i>	900				
Transportasi Oven		300			
Oven	1.800				
Transportasi <i>Buffing</i>		300			
<i>Buffing</i>	110				
<i>Quality Inspection</i>	20				
Transportasi <i>Packing</i>		6.718			
<i>Packing</i>	25				
Total	3.765	9.108		870	65
<i>Manufacturing Lead Time</i>	13.688				

Berikut merupakan perbandingan antara *current value stream mapping* dan *future value stream mapping* yang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Perbandingan CVSM dan FVSM

Aspek	CVSM	FVSM	Keterangan
<i>Value added time</i>	4.515	4.515	tetap
<i>Non Value added time</i>	15.134	9.173	Menurun 5.961 detik
<i>Manufacturing lead time</i>	19.649	13.808	Menurun 5.961 detik
<i>Process cycle efficeincy</i>	26,76 %	32,98 %	Meningkat 10%

Setelah dilakukannya implementasi perbaikan dapat dilihat pada *future value stream mapping* terjadi peningkatan PCE menjadi 32,98% sehingga proses produksi dapat dikatakan lean dan peningkatan akan kualitas dapat lebih meningkat dikarenakan *waste* pada *motion* dan *overprocessing* berkurang sehingga membuat *waste defect* juga berkurang. *Future value stream mapping* dari proses produksi pengecatan helm di PT. KSL dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Future Value Stream Mapping

Berikut merupakan penjelasan dari *future value stream mapping*:

- a. Pada tahap pertama helm akan dilakukan proses amplas untuk membuat permukaan yang kasar pada permukaan helm agar cat dapat menempel pada permukaan helm dan akan dilakukan *mixing* cat sesuai dengan warna *order* permintaan.
- b. Setelah helm diampas, helm akan dicuci untuk menghilangkan sisa amplas dan dilakukan proses *wiping*. Saat helm dicuci mesin oven juga dinyalakan untuk mempersingkat waktu proses produksi. Cat yang sudah di *mixing* akan di cek apakah warna sudah sesuai dengan spesifikasi dari orderan.
- c. Helm akan dilakukan proses oven dan pengelapan kembali. Helm dilakukan proses oven untuk dikeringkan dari sisa air pencucian.
- d. Sesudah di oven helm akan masuk kedalam proses *under coat* dengan cat yang sudah disiapkan.
- e. Setelah *under coat* selesai helm akan di keringkan diatas kereta selama 10 menit yang disebut sebagai proses *flash off*.
- f. Setelah proses *flash off* helm akan masuk ke tahap *clear coat*
- g. Setelah *clear coat* selesai maka helm akan dilakukan *setting room* untuk pengeringan cat selama 15 menit
- h. Setelah *setting room* selesai, helm akan masuk proses oven selama 30 menit dengan suhu 70°C untuk pengeringan cat secara sempurna
- i. Setelah oven selesai maka helm akan masuk proses *buffing* sebagai proses *finishing* sehingga cat menjadi lebih *glossy* dan warna yang dihasilkan akan lebih nampak.
- j. Setelah *buffing* akan dilakukan proses *quality inspection* untuk mengetahui terdapatnya product yang *defect*.
- k. Setelah *quality inspection* maka helm akan masuk ke proses *packing* yang dikemas satu-persatu dan akan dikirimkan ke *customer*.

#### 4.6.4.4 Usulan Pembuatan *Checksheet*

*Checksheet* adalah alat untuk mengumpulkan data dalam bentuk tabel yang berisi informasi dari proses produksi. *Checksheet* digunakan untuk mencatat dan mengklasifikasi data yang telah diamati, dalam *checksheet* mengandung faktor-faktor yang ingin diselidiki untuk mengambil data. Pada tahap *improve* ini *checksheet* berfungsi untuk melihat apakah proses produksi sudah memenuhi standar. Pada usulan ini *checksheet* dibuat dalam beberapa kebutuhan diantaranya:

##### 1. *Checksheet Maintenance Tools*

*Checksheet maintenance tools* bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari *tools* yang digunakan dalam proses pengecatan sehingga *tools* dapat berfungsi dengan baik dan *tools* dalam keadaan bersih. *Checksheet* dari *maintenance tools* dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 *Checksheet Maintenance Tools*

<i>Checksheet Maintenance Tools</i>			
<b>Hari/Tanggal:</b>		<b>PT. KSL</b>	
<b>Jam:</b>			
<b>Status Permintaan:</b>			
<b>Shift:</b>			
<b>Departemen:</b>			
<b>Hasil:</b>	OK / NG		
Hasil Analisa			
Estimasi Penyelesaian:			
Aktual Penyelesaian:			
Checklist Penyelesaian:	a.Fungsi		
	b.Kebersihan		
Hasil: OK / NG			
Serah terima permintaan		Serah terima penyelesaian	
Diminta oleh:	Diterima oleh:	Diminta oleh:	Diterima oleh:







Tabel 4.31 *Checksheet Quality Control Silicon*

<i>Checksheet Quality Control Silicon</i>				
<b>Hari/Tanggal:</b>		<b>PT. KSL</b>		
<b>Jam:</b>				
<b>Status Permintaan:</b>				
<b>Shift:</b>				
<b>Departemen:</b>				
<b>Produk</b>	<b>OK</b>	<b>NG</b>	<b>Jumlah:</b>	<b>Diperiksa Oleh:</b>
Kriteria:				
Produk helm tidak ada lapisan berminyak				

#### 4.6.4.6 Standar Operasional Prosedur (SOP)

Standar Operasional Prosedur adalah sistem yang dirancang untuk menertibkan, merapikan, dan memudahkan suatu pekerjaan. SOP dibuat dalam bentuk dokumen yang berhubungan dengan prosedur yang dilaksanakan sehingga pekerjaan dapat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan secara efektif. Usulan pembuatan dari standar operasional prosedur dapat dilihat berikut:

##### 1. Standar Operasional Prosedur *Spray Gun*

Standar Operasional Prosedur *Spray Gun* dibuat bertujuan untuk memberikan prosedur dari penggunaan *spray gun* sehingga memudahkan karyawan untuk memahami cara menggunakan *spray gun* yang baik dan benar. Dengan demikian akan menghindari *defect* tipis. Gambar dari SOP *Spray Gun* dapat dilihat pada Gambar 4.21.

<b>SOP <i>Spray Gun</i></b>		
<b>Nomor SOP:</b>	01	<b>PT. KSL</b>
<b>Tanggal Pembuatan:</b>		
<b>Tanggal revisi:</b>		
<b>Nama SOP:</b>	Cara Penggunaan <i>Spray Gun</i>	
<b>Departemen:</b>		
<p>1. Maksud Tujuan Untuk memberikan panduan mengenai penggunaan <i>spray gun</i> secara baik dan benar agar pengecatan tidak mengalami penyemprotan yang tipis</p>		
<p>2. Sasaran -Menghindari terjadinya kerusakan alat -Menghindari terjadinya <i>defect</i> tipis</p>		
<p>3. Penanggung Jawab Kepala Produksi dan semua karyawan produksi</p>		
<p>4. Tata Cara Penggunaan Alat</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atur tekanan angin output pada kompresor dengan tekanan 1 – 2 Bar</li> <li>2. Masukkan cat kedalam tangki</li> <li>3. Atur jumlah cairan yang akan keluar dengan mengatur pada putaran nozzle</li> <li>4. Atur arah semburan spray dengan menggunakan semburan yang luas dengan memutar nozzle searah jarum jam</li> <li>5. Tekan tuas untuk melakukan pengecatan</li> <li>6. Semprotkan cat dengan posisi spray gun tegak lurus dengan 2 kali lapisan</li> <li>7. Setelah proses selesai letakan spray gun pada holder yang ada</li> </ol>		

Gambar 4.21 SOP Penggunaan *Spray Gun*

#### **4.6.5 Tahap *Control***

Tahap *control* adalah tahap terakhir pada prinsip DMAIC. Pada tahap *control* hal yang dilakukan adalah pengendalian terhadap hasil usulan dari tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja proses produksi. Pada tahap *control* akan dilakukan perhitungan kembali tingkat *defect*, pembuatan peta kendali p, dan perhitungan kembali nilai DPMO dan nilai sigma untuk dilakukannya perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan implementasi perbaikan.

#### 4.7 Perhitungan Setelah Implementasi

Berdasarkan hasil impementasi perbaikan yang telah dilakukan pada PT. KSL dilakukan analisa perhitungan ulang untuk mengetahui hasil dari implementasi apakah dapat mengurangi *waste* yang terjadi. Terutama pada penelitian ini didapatkan *waste defect* ditingkat tertinggi sehingga *waste defect* yang difokuskan. Perhitungan ulang ini dilakukan dengan menggunakan data produksi pada tanggal 1 jul 23 – 7 juli 23. Adapun data *defect* pengecatan helm setelah perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Data *Defect* Pengecatan Helm Setelah Perbaikan

Tanggal	Jumlah Produksi	<i>Defect</i>	% <i>Defect</i>
01-Jul 23	2400	76	3,17%
02- Jul 23	2340	68	2,91%
03- Jul 23	2340	84	3,59%
04- Jul 23	2400	54	2,25%
05- Jul 23	1380	34	2,46%
07- Jul 23	2400	51	2,13%
<b>Total</b>	<b>13260</b>	<b>367</b>	<b>2,77%</b>

Selanjutnya akan dilakukan perbandingan hasil *defect* sebelum dan sesudah diterapkannya usulan perbaikan. Pada sebelum diterapkannya usulan perbaikan terdapat 3 jenis *defect* tertinggi yaitu bintik kotor, nyerep, dan meler. Sehingga dari penerapan usulan perbaikan apakah ada perubahan dari *defect* tersebut. Berikut merupakan tabel perbandingan hasil *defect* sebelum dan sesudah diterapkan usulan perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Perbandingan Data *Defect* Sebelum Dan Sesudah Perbaikan

Aspek	Sebelum Implementasi	Setelah Implementasi	Keterangan
Persentase <i>Defect</i>	8,19%	2,77%	Menurun 5,42%

Berdasarkan data pada Tabel 4.30 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan persentase *defect* yang sebelumnya 8,19% menjadi 2,77% selanjutnya dilakukan

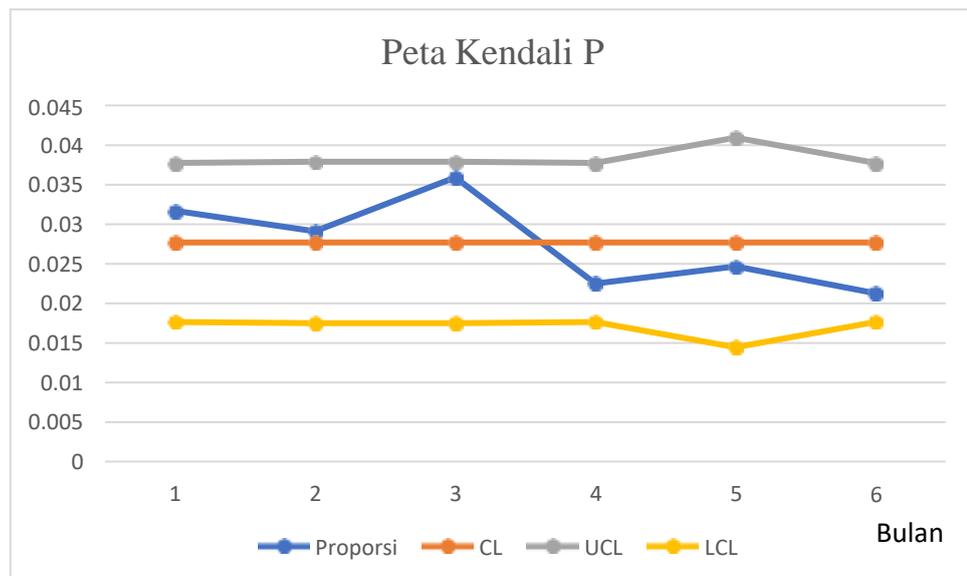
perhitungan data peta kendali P dengan data sesudah usulan perbaikan. Data pembuatan peta kendali baru dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Perhitungan Peta Kendali P Baru

Tanggal	Jumlah Produksi	Defect	%Defect	Proporsi	CL	UCL	LCL
01-Jul 23	2400	76	3,17%	0,031667	0,027677	0,037723	0,017631
02- Jul 23	2340	68	2,91%	0,02906	0,027677	0,037851	0,017504
03- Jul 23	2340	84	3,59%	0,035897	0,027677	0,037851	0,017504
04- Jul 23	2400	54	2,25%	0,0225	0,027677	0,037723	0,017631
05- Jul 23	1380	34	2,46%	0,024638	0,027677	0,040925	0,014429
07- Jul 23	2400	51	2,13%	0,02125	0,027677	0,037723	0,017631
<b>Total</b>	<b>13260</b>	<b>367</b>	<b>2,77%</b>	<b>0,027677</b>	<b>0,027677</b>	<b>0,031951</b>	<b>0,023403</b>

Peta kendali baru berdasarkan data Tabel 4.30 dapat dilihat pada Gambar 4.35

berikut:



Gambar 4.35 Peta Kendali Baru

Berdasarkan peta kendali P diatas dapat dilihat dari total sampel sebanyak 6 hari yang diambil pada tanggal 1-7 juli 2023. Setelah implementasi didapatkan hasil proses produksi berada pada batas kendali. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai DPMO dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.6 dan tingkat sigma dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.7 untuk mengetahui hasil setelah perbaikan. Perhitungan nilai DPMO sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{367}{13260 \times 22} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 1.258,05 = 1.259 \text{ produk}$$

Didapatkan hasil perhitungan nilai DPMO adalah sebesar 1.259 produk. Nilai DPMO akan digunakan untuk menghitung nilai tingkat sigma. Perhitungan ulang tingkat sigma menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat sigma} = \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - 1.258,05}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Tingkat sigma} = 4,521398477$$

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan tingkat sigma didapatkan bahwa proses produksi PT. KSL setelah dilakukannya implementasi perbaikan adalah berada pada level 4 sigma dengan jumlah DPMO adalah 1.259 produk. Tabel perbandingan nilai DPMO dan tingkat sigma sebelum dan sesudah dilakukannya implementasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Perbandingan Data *Defect* Sebelum Dan Sesudah Perbaikan

	<b>DPMO</b>	<b>Tingkat Sigma</b>
<b>Sebelum Perbaikan</b>	3.721	4,17
<b>Setelah Perbaikan</b>	1.259	4,52

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan *current value stream mapping* didapatkan hasil *total value added* dari proses produksi sebesar 4.515 detik dan *total non value added* dari proses produksi sebesar 15.134 detik dan didapatkan *total manufacturing lead time* sebesar 19.649 detik.
2. Tingkat tertinggi *waste* adalah *waste defect* dengan hasil 18,027 %, *waste motion* dengan hasil 17,872 %, dan *waste overprocessing* dengan hasil 15,79%. Berdasarkan perhitungan DPMO didapatkan nilai DPMO sebesar 3.721 produk dengan tingkat sigma sebesar 4,17.
3. Berdasarkan pencarian akar masalah pada *waste defect* menggunakan *fishbone diagram* didapatkan untuk *defect* jenis bintik kotor disebabkan karena faktor *method, man, environment, machine* dan *material*.
4. Setelah implementasi usulan perbaikan berdasarkan *future value stream mapping* didapatkan hasil *total value added* dari proses produksi sebesar 4.515 detik dan *total non value added* dari proses produksi sebesar 9.173 detik dan *total manufacturing lead time* sebesar 13.688 detik. Terjadi penurunan pada *total non value added* dan *total manufacturing lead time* sebesar 5.961 detik. Sedangkan nilai DPMO didapatkan peningkatan sebesar 1.259 produk dengan tingkat sigma sebesar 4,52.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

Melakukan sosialisasi secara rutin agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan hubungan antar divisi tetap terjaga dengan baik. Meningkatkan pengawasan terhadap metode yang dilakukan pada proses produksi. Serta Mengkaji ulang SOP yang ada pada proses produksi dan meningkatkan pengawasan akan SOP yang berlaku pada proses produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kotler dan K. L. Keller, *Marketing Management* edisi 15, London: Pearson Education, 2016.
- [2] R. A. Hasni, S. Tahir dan S. Bakhtiar, “Analisa pengendalian kualitas dengan menggunakan metode statistical quality control (SQC),” *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, vol. 2, p. 8, 2013.
- [3] Mulyadi, *Akuntansi Biaya*, Yogyakarta: STIM YKPN, 2012.
- [4] P. Kotler, *Manajemen Pemasaran* edisi 12 Jilid 1&2, Jakarta: PT. Indeks, 2016.
- [5] F. Tjiptono, *Strategi Pemasaran*, Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2008.
- [6] V. Gaspersz, *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005.
- [7] B. Bustami dan N. , *Akuntansi Biaya*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007, p. 14.
- [8] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2007.
- [9] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000 MBNQA dan HCCP*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum, 2002.
- [10] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2006.
- [11] A. S. H. K. M. dan S. , “Non Value-adding Activities: a Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects,” p. 12, 10 August 2002.
- [12] I. A. Rawabdeh, “A model for the assessment of waste in job shop environments,” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 1 dari 2800-822, p. 25, 2005.

- [13] I. A. Rawabdeh, "A Model for The Assessment of Waste in Job Shop Environments," *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, no. 8, pp. 800-822, 2005.
- [14] Sutalaksana, Teknik Perancangan Sistem Kerja, Bandung: ITB, 2006.
- [15] J. Heizer dan B. Render, Manajemen Operasi, Jilid I, Jakarta: Salemba Empat, 2006.
- [16] W. E. Yunitasari dan P. Royanto, "Peta Kendali Atribut Untuk Mengidentifikasi Kecacatan Produk Furniture Di PT. ISI," *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, no. ISSN: 1979-8415, p. 9, 2020.
- [17] J. P. Womack dan D. T. Jones, Lean Thinking: Banis Waste and Create Wealth in Your Corporation, New York: Free Press, 2003.
- [18] Y. Maulana, "Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan," *JURNAL JIEOM*, vol. 02, no. ISSN: 2620-8184, p. 8, 2019.
- [19] P. S. Pande, R. P. Neuman dan R. R. Cavanagh, The Six Sigma Way - How GE, Motorola, And Other Top Companies are Honing Their Performance, Yogyakarta: Andi, 2000.
- [20] Nicholas, H. J. Kristina dan L. Laricha, "Usulan Poka Yoke Guna Meminimasi Cacat Produk Percetakan Box Berbahan Metalising Dengan Metode Six Sigma," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 9, no. No. 2, 129 - 138, p. 10, 2021.
- [21] A. H. J. Kristina dan A. Yonathan, "Meminimasi Pemborosan Dengan Lean Manufacturing Pada Proses Produksi Di PT. IE," *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2021*, p. 10, 2021.
- [22] D. Junianto, E. Rolita dan N. , "Peningkatan Kualitas Produk Shortening Menggunakan Pendekatan DMAIC Six Sigma Di PT BEST GRESIK," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 7, no. ISSN (print) 2477-2089 (online) 2621-1262, p. 6, 2021.

- [23] P. Fithri dan C. , “Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu Pada Hasil Produksi Kain Mentah PT UNITEX, TBK,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 14, p. 10, 2019.
- [24] N. B. Puspitasari dan A. Martanto, “Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. ASAPUTEX JAYA TEGAL),” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 2, no. DOI: <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>, p. 6, 2014.
- [25] S. S. Tjandra, N. dan H. Fransiscus, “Penerapan Metoda Six Sigma DMAIC untuk Mnegurangi Cacat Pakaian 514 (Studi Kasus di CV Jaya Reksa Manggala),” *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, no. ISSN 2339-1499, p. 10, 2018.
- [26] I. A. Rawabdeh, “A model for the assement of waste in job shop environments,” *International Journal of Operations & Production Managment*, Vol. %1 dari %225: 800-822, p. 8, 2005.
- [27] P. & K. K. Kotler, *Marketing Management (15th Ed.)*, London: Pearson Education, 2016.
- [28] D. C. Montgomery, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Yogyakarta: Gajahmada University Press, 1990.
- [29] Mulyadi, *Akuntansi Biaya*, Yokyakarta: STIM YKPN, 2012.
- [30] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2007.
- [31] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000 MBNQA dan HCCP*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum, 2002.
- [32] G. Vincent, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 2006.
- [33] S. H. K. M. S. Alwi, “Non Value-adding Activities: a Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects,” p. 12, 10 August 2002.

- [34] I. A. Rawabdeh, "A model for the assement of waste in job shop environments," *International Journal of Operations & Production Managment*, Vol. %1 dari %225: 800-822, p. 8, 2005.
- [35] J. & B. R. Heizer, *Manajemen Operasi*, Jilid I, Jakarta: Salemba Empat, 2006.
- [36] D. I. Besterfield, *Quality Control Third Edition*, New Jersey: Pretince Hall International, 1990.
- [37] J. .. D. Womack, *Lean Thingking: Banis Waste and Create Wealth in Your Corporation*, New York: Free Press, 2003.
- [38] P. N. R. & C. R. Pande, *The Six Sigma Way - How GE, Motorola, And Other Top Companies are Honing Their Performance*, Yogyakarta: Andi, 2000.
- [39] T. P. Omdahl, *Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) Dictionary*, USA: ASQC quality press, 1988.
- [40] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2007.

