

**PENGURANGAN WASTE PADA PROSES PRODUKSI BOTOL X
MENGUNAKAN METODE *LEAN SIGMA***

(Studi Kasus: Divisi *Blow Moulding* PT. Berlina Tbk Pandaan)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

ELOK RIZQI CAHYANTI

NIM. 0910670015 – 67

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGURANGAN WASTE PADA PROSES PRODUKSI BOTOL X
MENGUNAKAN METODE *LEAN SIGMA***

(Studi Kasus: Divisi *Blow Moulding* PT. Berlina Tbk Pandaan)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

ELOK RIZQI CAHYANTI

NIM. 0910670015 – 67

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Mochamad Choiri, MT.
NIP. 19540104 198602 1 001

Rahmi Yuniarti, ST., MT.
NIP. 19840624 200812 2 004

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGURANGAN WASTE PADA PROSES PRODUKSI BOTOL X
MENGUNAKAN METODE *LEAN SIGMA***
(Studi Kasus: Divisi *Blow Moulding* PT. Berlina Tbk Pandaan)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

ELOK RIZQI CAHYANTI
NIM. 0910670015 – 67

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 5 Juni 2013

Skripsi I

Skripsi II

Komprehensif

Dr.Eng. Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng.
NIP. 19750710 199903 1 004

Sugiono, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19780114 200501 1 001

Ir. Masduki, MM.
NIP. -

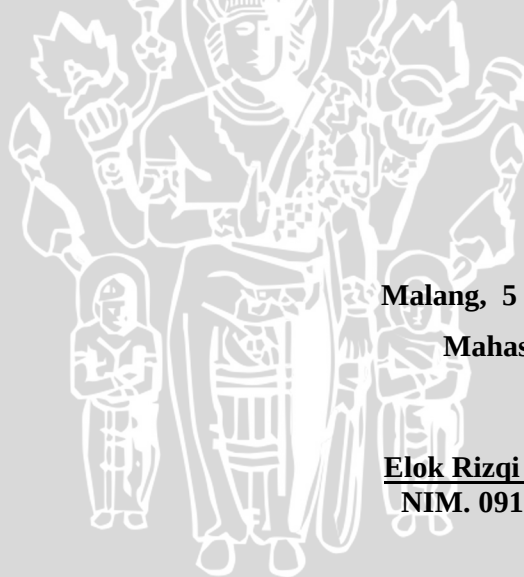
Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Industri

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.
NIP. 197009142005011001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

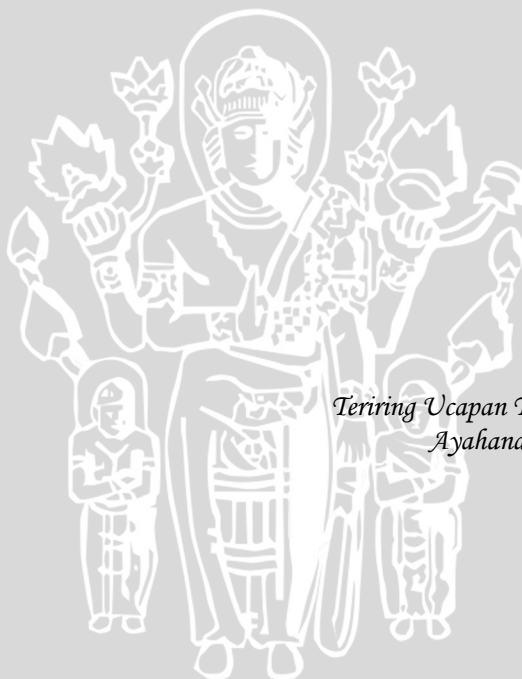


Malang, 5 Juni 2013

Mahasiswa

Elok Rizqi Cahyanti
NIM. 0910670015

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Teriring Ucapan Teriama Kasih kepada :
Ayahanda dan Ibunda Tercinta*

PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanya kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pengurangan Waste Pada Proses Produksi Botol X Menggunakan Metode Lean Sigma”**. Tidak lupa shalawat dan salam kami haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Setelah melewati berbagai kesulitan yang dihadapi, terutama keterbatasan kemampuan penulis, tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri atas kesabaran dalam membimbing penulis dan memberikan masukan yang berharga.
2. Bapak Ir. Mochamad Choiri, MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
3. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
4. Bapak Arif Rahman, ST., MT., Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT., dan Bapak Sugiono, ST., MT., serta Ibu Oke Oktavianty, ST., MT. selaku dosen pengamat terima kasih atas saran, masukan dan ilmu yang diberikan.
5. Rekan-rekan PT. Berlina Tbk Pandaan Ibu Susilowati, Bapak Ir. Suhermanto, MBA., Bapak Priyanto Djoko Santoso, Bapak Bambang Purnomo, Bapak Bagyo, Bapak Dito Priyambodo, Bapak Wahyu, Ibu Hermin Setyowati, Mbak Ana, Mas Huri serta seluruh karyawan PT. Berlina Tbk Pandaan atas bantuan informasi yang diberikan kepada penulis.

6. Orang tuaku tercinta, Bapak Drs. Marsuki dan Ibu Sri Budiati atas kasih sayang dan kesabaran yang tak terbatas, untuk pelajaran dan didikan yang telah diberikan, dukungan materil, dan perjuangan yang tidak pernah kenal lelah demi memberikan pendidikan yang terbaik kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar di Program Studi Teknik Industri dan Teknik Mesin yang telah dengan ikhlas memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu karyawan di Program Studi Teknik Industri khususnya bagian *recording* yang telah banyak membantu dalam proses administrasi selama masa studi.
9. Saudara-saudaraku tersayang Kurnia Cahya Puspita, Syarofun Nur Akbar atas semangat, doa, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
10. Rekanku kos tersayang Anisa Fitria K, Rany Nurmalasari, dan Rahayu Hosniati atas semangat, doa, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
11. Rekan seperjuanganku Itsna Aulia Octavianti, Novitasari Putri P., Chandra Prasetya atas semangat, doa, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
12. Seluruh saudaraku di Teknik Industri 2009 atas semangat, doa, motivasi yang diberikan kepada penulis. Serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam setiap usaha tidak lepas dari kesalahan. Oleh sebab itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memenuhi sebagian kebutuhan referensi yang ada dan dapat memberikan manfaat. Kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung semoga mendapat imbalan sepantasnya dari Allah SWT. Amin.

Malang, 5 Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Asumsi	4
1.6 Tujuan Penelitian	4
1.7 Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Konsep Dasar <i>Lean</i>	6
2.3 Pemborosan (<i>Waste</i>)	7
2.4 <i>Six Sigma</i>	10
2.4.1 Konsep <i>Six Sigma</i>	10
2.4.2 Model Pemecahan Masalah DMAIC	11
2.5 Konsep Dasar <i>Lean Sigma</i>	12
2.6 Implementasi <i>Lean Sigma</i>	13
2.6.1 <i>Define</i>	13
2.6.1.1 Pengukuran Kerja	13
2.6.1.1.1 <i>Stopwatch Time Study</i>	14
2.6.1.1.2 <i>Value Stream Mapping</i>	17
2.6.1.1.3 <i>Big Picture Mapping</i>	19
2.6.2 <i>Measure</i>	20
2.6.2.1 Diagram Pareto	20

2.6.2.2 Analisis Kapabilitas Proses	22
2.6.2.3 <i>Defect Per Million Opportunities</i> (DPMO)	24
2.6.3 <i>Analyze</i>	24
2.6.3.1 <i>Fishbone Diagram</i>	25
2.6.3.2 <i>Failure Mode Effect Analyze</i> (FMEA)	25
2.6.3.3 Definisi Jenis <i>Defect</i> Produk Botol X	28
2.6.3.4 Definisi Jenis <i>Stop Time</i> pada Proses Produksi Botol X	28
2.6.4 <i>Improve</i>	30
2.6.5 <i>Control</i>	30
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Jenis Penelitian	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3 Langkah-langkah Penelitian	31
3.3.1 Tahap Identifikasi Awal	31
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data	32
3.3.3 Tahap Analisis dan Pembahasan	33
3.3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran	34
3.4 Diagram Alir Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Sejarah PT Berlina Tbk.	35
4.2 Visi dan Misi PT Berlina Tbk.	36
4.3 Usaha Perusahaan	36
4.3.1 Produk	37
4.4 Struktur Organisasi	38
4.5 Identifikasi Produk	38
4.6 Proses Produksi	40
4.7 Tahap Identifikasi (<i>Define</i>)	41
4.7.1 Identifikasi Waktu Kerja (<i>Stopwatch Time Study</i>)	41
4.7.2 <i>Value Stream Mapping</i>	46
4.7.2.1 Aliran Informasi Proses Produksi	47
4.7.2.2 Aliran Material Proses Produksi	48
4.7.2.3 <i>Current State Value Stream Mapping</i>	50
4.7.3 Identifikasi Aktivitas Sepanjang <i>Value Stream</i>	50

4.7.4 Identifikasi <i>Waste</i> Sepanjang <i>Value Stream</i>	51
4.8 Tahap Mengukur (<i>Measure</i>)	55
4.8.1 Identifikasi <i>Critical To Quality</i> (CTQ)	55
4.8.2 Pengukuran DPMO dan Level Sigma	59
4.8.2.1 Pengukuran <i>Defect</i>	59
4.8.2.2 Pengukuran <i>Overproduction</i>	60
4.8.2.3 Pengukuran <i>Waiting</i>	61
4.8.2.4 Pengukuran <i>Inventories</i>	61
4.9 Tahap Analisis (<i>Analyze</i>)	62
4.9.1 Analisis Penyebab <i>Defect</i>	62
4.9.2 Analisis Penyebab <i>Overproduction</i>	65
4.9.3 Analisis Penyebab <i>Waiting</i>	66
4.9.4 Analisis Penyebab <i>Inventories</i>	69
4.10 Pemilihan Prioritas Rekomendasi	70
4.11 Tahap <i>Improve</i>	77
4.12 <i>Future State Value Stream Mapping</i>	80
4.13 Tahap <i>Control</i>	81
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Data <i>Defect</i> Botol X Bulan Juli dan Agustus 2012	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian yang Dilakukan	6
Tabel 2.2	Prinsip-prinsip <i>Lean Manufacturing</i> dan <i>Lean Service</i>	7
Tabel 2.3	Perbandingan <i>Level Sigma</i> Digambarkan dengan <i>Yield, Defect/ Million Opportunities, Company Class, Cost of Poor Quality</i>	10
Tabel 2.4	Perbandingan <i>Lean</i> dan <i>Six Sigma</i>	12
Tabel 2.5	<i>Performance Rating Westinghouse</i>	16
Tabel 2.6	Cara Memperkirakan Kapabilitas <i>Sigma</i> dan DPMO untuk Data Variabel	22
Tabel 2.7	Cara Memperkirakan Kapabilitas <i>Sigma</i> dan DPMO untuk Data Atribut	23
Tabel 2.8	Hubungan <i>Sigma</i> dan DPMO	24
Tabel 2.9	Rating <i>Severity</i> pada FMEA	26
Tabel 2.10	Rating <i>Occurance</i> pada FMEA	27
Tabel 2.11	Rating <i>Detection</i> pada FMEA	27
Tabel 4.1	Aktivitas dalam Proses Produksi Botol X	41
Tabel 4.2	ANSI/ASQC Z1.9-1993, Inspeksi Normal, Level 3	42
Tabel 4.3	Data Waktu Proses Peniupan (<i>Blowing</i>) (dalam detik)	42
Tabel 4.4	Hasil Uji Keseragaman Data	43
Tabel 4.5	Hasil Uji Kecukupan Data	44
Tabel 4.6	<i>Westing House</i> Proses Peniupan (<i>Blowing</i>)	45
Tabel 4.7	Faktor <i>Allowance</i> Proses Peniupan (<i>Blowing</i>)	45
Tabel 4.8	Data Waktu Normal dan Waktu Standar Proses Operasi	46
Tabel 4.9	Identifikasi Aktivitas Proses Produksi Botol X	50
Tabel 4.10	Prosentase <i>Defect</i> Material Botol X	51
Tabel 4.11	Prosentase <i>Defect</i> Produk Botol X	51
Tabel 4.12	Prosentase <i>Inventory</i> Produksi Botol X	52
Tabel 4.13	Prosentase <i>Waiting</i> Produksi Botol X	52
Tabel 4.14	Prosentase <i>Inventory</i> dan WIP Produksi Botol X	54
Tabel 4.15	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Seleksi Manual Produk	54

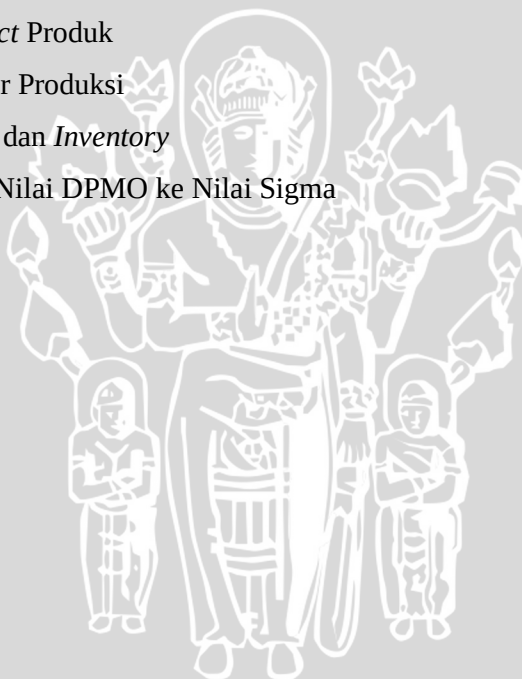
Tabel 4.16 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Proses Pengemasan Awal	54
Tabel 4.17 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Proses Pengemasan Akhir	54
Tabel 4.18 Jumlah dan Jenis <i>Defect</i> Produk pada Proses Produksi Botol X	56
Tabel 4.19 Jumlah dan Jenis <i>Stop Time</i> Produksi Botol X	57
Tabel 4.20 Jumlah dan Jenis <i>Inventory</i> dan WIP Produksi Botol X	58
Tabel 4.21 Perhitungan Level Sigma <i>Waste Defect</i> Material	59
Tabel 4.22 Perhitungan Level Sigma <i>Waste Defect</i> Produk	60
Tabel 4.23 Perhitungan Level Sigma <i>Waste Overproduction</i>	60
Tabel 4.24 Perhitungan Level Sigma <i>Waste Waiting</i>	61
Tabel 4.25 Perhitungan Level Sigma <i>Waste Inventories</i>	61
Tabel 4.26 Kriteria <i>Severity Waste Defect</i>	71
Tabel 4.27 Kriteria <i>Severity Waste Waiting</i>	71
Tabel 4.28 Kriteria <i>Severity waste Overproduction</i> dan <i>Inventories</i>	71
Tabel 4.29 Kriteria <i>Occurance Waste Defect</i>	72
Tabel 4.30 Kriteria <i>Occurance Waste Waiting</i>	72
Tabel 4.31 Kriteria <i>Occurance Waste Overproduction</i> dan <i>Inventories</i>	73
Tabel 4.32 Kriteria <i>Detection</i>	73
Tabel 4.33 FMEA Prioritas Rekomendasi	74

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	<i>Defect</i> Kotor Hitam	2
Gambar 2.1	Simbol-simbol <i>Big Picture Mapping</i>	20
Gambar 2.2	Diagram Pareto	21
Gambar 2.3	Diagram Sebab Akibat	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4.1	Kemasan Plastik Untuk Industri Kosmetik, Obat-obatan	37
Gambar 4.2	Kemasan Plastik Untuk Industri Otomotif, Perlengkapan Rumah Tangga	37
Gambar 4.3	Kemasan Plastik Untuk Industri Perlengkapan Rumah Tangga	37
Gambar 4.4	Kemasan Plastik Untuk Industri Elektronik	38
Gambar 4.5	Peta Kontrol Data Waktu Proses Peniupan (<i>Blowing</i>)	43
Gambar 4.6	Diagram Pareto <i>Defect</i>	56
Gambar 4.7	Diagram Pareto <i>Stop Time</i>	58
Gambar 4.8	Diagram Pareto <i>Inventories</i>	59
Gambar 4.9	<i>Fishbone Diagram</i> Trial Bahan Baku	63
Gambar 4.10	<i>Fishbone Diagram</i> Kotor Hitam	64
Gambar 4.11	<i>Fishbone Diagram</i> Colleps	65
Gambar 4.12	<i>Fishbone Diagram</i> Inventory	66
Gambar 4.13	<i>Fishbone Diagram</i> Trouble Process	67
Gambar 4.14	<i>Fishbone Diagram</i> Waiting Kontrol QC	68
Gambar 4.15	<i>Fishbone Diagram</i> Repair Machine	69
Gambar 4.16	<i>Fishbone Diagram</i> Inventory Gudang Produk Jadi	70

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Tabel Penilaian <i>Allowance</i>	85
Lampiran 2.	Struktur Organisasi PT Berlina Tbk. Pandaan	87
Lampiran 3.	Data Waktu Aktivitas	88
Lampiran 4.	Peta Kontrol Uji Keseragaman	94
Lampiran 5.	<i>Performance Rating</i>	98
Lampiran 6.	<i>Allowance</i>	99
Lampiran 7.	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	100
Lampiran 8.	<i>Future State Value Stream Mapping</i>	101
Lampiran 9.	Data <i>Stop Time</i>	102
Lampiran 10.	Data <i>Defect</i> Produk	105
Lampiran 11.	Data Order Produksi	108
Lampiran 12.	Data WIP dan <i>Inventory</i>	109
Lampiran 13.	Konversi Nilai DPMO ke Nilai Sigma	112



RINGKASAN

ELOK RIZQI CAHYANTI, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, April 2013, *Pengurangan Waste pada Proses Produksi Botol X Menggunakan Metode Lean Sigma*, Dosen Pembimbing: Mochamad Choiri dan Rahmi Yuniarti.

Pada PT. Berlina Tbk. Pandaan, yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur penghasil produk plastik, masih sering terjadi waste yang salah satunya pada proses produksi botol X. Waste merupakan semua aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses pembuatan produk sehingga harus segera direduksi atau dihilangkan dari proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis waste yang terjadi dalam proses produksi, mengukur kinerja proses, menganalisis faktor-faktor penyebab waste, serta memberikan usulan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi waste.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lean Sigma*, yaitu perpaduan antara metode *lean manufacturing* dan *six sigma* yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan meminimasi waste, memperbaiki proses, serta meningkatkan kualitas dari proses produksi. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya *continuous improvement* untuk perbaikan proses dalam langkah kerja *six sigma* (DMAIC). Pada penelitian ini dilakukan pengidentifikasian tujuh kategori waste, kemudian dilakukan pengukuran kinerja proses berdasarkan waste yang terjadi dengan tolak ukur *level sigma* atau DPMO. Selanjutnya, dianalisis faktor-faktor penyebab waste menggunakan *fishbone diagram*. Pada tahap *improve* diberikan rekomendasi perbaikan pada perusahaan berdasarkan prioritas rekomendasi pada tabel FMEA.

Dari tujuh kategori waste, teridentifikasi empat jenis waste dalam proses produksi botol X, yaitu *defect*, *overproduction*, *waiting*, dan *inventories*. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini ini didasarkan dari hasil identifikasi CTQ waste yang telah dianalisis menggunakan *fishbone diagram* dan pemilihan prioritas rekomendasi menggunakan tabel FMEA, diantaranya adalah rekomendasi perbaikan untuk *defect* kotor hitam adalah selalu menutup penutup *mixer* saat proses *mixing* berlangsung, pembersihan *mixer* secara berkala juga harus dilakukan, menyediakan pembungkus baru untuk digunakan sebagai pembungkus material hasil *mixing* yang akan diangkut menuju *hoper* mesin *blowing*, penggantian *hoper* yang baru dan penutupan *hoper* mesin secara tepat, serta pembersihan/*maintenance* mesin secara berkala.

Kata kunci: *Lean sigma*, waste, DMAIC, *level sigma* (DPMO), *fishbone diagram*, FMEA

SUMMARY

ELOK RIZQI CAHYANTI, Majoring in Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, April 2013, Minimize Waste in the Production Process of Bottle X Using Lean Sigma Method, Academic Supervisor: Mochamad Choiri dan Rahmi Yuniarti.

PT. Berlina Tbk Pandaan, a company which committed in the field of manufacturing plastic product. The problems that occurred in PT. Berlina Tbk Pandaan is still a lot going waste in the production process especially in production process of bottle X. Waste is all work activities which do not provide added value in the manufacturing process so that should be reduced or eliminated from the production process. The purposes of this research are to identify the types of waste produced in the production process of bottle X, to measure the performance of the process, to analyze the factors causing waste, and to give improvement suggestions to minimize waste.

This research use Lean Sigma method. It is a combination of lean manufacturing and six sigma methods that aim to identify and minimize waste, improve process, and increase the quality of production process. This research was conducted as a continuous improvement effort to improve process in six sigma work step (DMAIC). In this research, it is also conducted identification of seven categories waste, and then process performance measurement is conducted based on waste which occurs with measuring rod of sigma level or DPMO. Further, the factor that cause the waste are analyzed using the method of fishbone diagram. In the state improve, it is given the improvement recommendation at the company based on root cause that becomes the priority of improvement in FMEA table.

From the seven categories of waste, it is found out four categories of waste identification in the production process of bottle X. They are defect, overproduction, waiting and inventories. Improvement recommendation proposed in this research is based on the identification results of CTQ waste which has been analyzed using fishbone diagram and selection of priority recommendation using of FMEA table, such as improvement recommendations for dirty black defect is to always close the mixer's lid when mixing process in progress, cleaning mixer machine periodically, allocating new sack to wrap the output material from mixing process before its delivered to blowing machine's hopper, exchanging the hopper, closing machine hopper precisely, and maintaining machines periodically.

Keywords: Lean sigma, waste, DMAIC, level sigma (DPMO), fishbone diagram, FMEA

BAB I PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan hal-hal penting yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaannya. Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang mengapa permasalahan ini diangkat, identifikasi masalah, perumusan masalah, batasan masalah, asumsi, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian yang dilakukan.

1.1 Latar Belakang

Ketatnya persaingan di sektor industri dalam era globalisasi ditandai dengan munculnya perusahaan-perusahaan pesaing yang menyebabkan sebuah perusahaan perlu memiliki keunggulan kompetitif agar dapat bertahan dalam kondisi seperti ini. Untuk dapat memenangkan persaingan yang ada, maka perusahaan dituntut tidak hanya sekedar mempertahankan kinerja tetapi juga meningkatkannya, serta perlu dilakukan peningkatan secara terus menerus (*continuous improvement*) yang bisa menggunakan efektifitas dan efisiensi untuk mengukur performansi perusahaan tersebut.

Continuous improvement dapat dilakukan dengan memperlancar aliran proses dan meningkatkan kapabilitas proses sehingga mampu menghasilkan produk yang berkualitas dan dapat bersaing di pasaran. Oleh karena itu, faktor-faktor yang mengganggu aliran dan kapabilitas proses yang disebut dengan pemborosan (*waste*) harus dapat diidentifikasi dan diminimasi sehingga aliran proses dapat berjalan dengan lancar, kapabilitas proses meningkat, serta efektifitas dan efisiensi tercapai.

Waste merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2007). Di dalam *lean manufacturing*, *waste* harus dieliminasi pada setiap area produksi yang mencakup *value stream* dalam pembuatan produk dalam sebuah perusahaan. Eliminasi *waste* dilakukan untuk mencapai tujuan yaitu meminimasi usaha manusia, meminimasi inventori, meminimasi waktu untuk mengembangkan produk dan waktu untuk memenuhi permintaan pelanggan untuk mencapai produk berkualitas dengan cara yang seefisien mungkin. Dengan begitu upaya mengeliminasi *waste* diyakini mampu menstimulasi keunggulan bersaing perusahaan terutama pada peningkatan produktivitas dan kualitas.

PT. Berlina Tbk. Pandaan adalah industri manufaktur penghasil produk plastik. Semakin tingginya tingkat persaingan dalam industri membuat PT. Berlina Tbk.

Pandaan senantiasa berupaya meningkatkan pangsa pasar dan kualitas produknya. Berdasarkan informasi yang didapat saat wawancara bersama pihak manajemen, botol X merupakan salah satu produk plastik kemasan sabun cair yang proses produksinya dilakukan secara terus menerus (*continue*) oleh PT. Berlina Tbk. Pandaan. Permasalahan yang terjadi adalah masih sering terjadi *waste* dalam proses produksi botol X, yaitu *defect* produk yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya proses pengerjaan ulang produk (*rework*). Data mengenai *defect* botol X pada bulan Juli dan Agustus tahun 2012 disajikan dalam Tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Data *Defect* Botol X Bulan Juli dan Agustus 2012

No.	Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i> (pcs)		Total
		Juli	Agustus	
1	Kotor Hitam	3.073	2.485	5.558
2	<i>Colleps</i>	1.231	1.604	2.835
3	Mulut Tidak Press	140	92	232
4	Bottom Nrawang	312	195	507
5	Nggandol/Buntu	220	192	412
6	Lengket	957	865	1.822
7	Tebal Tipis	-	-	-
8	Garis Patah	-	-	-
9	Warna > Std	8	17	25
Total		5.941	5.450	11.391

Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan

Data pada Tabel 1.1 menunjukkan jenis *defect* botol X yang sering terjadi yaitu *defect* kotor hitam yang merupakan cacat produk dimana pada produk yang dihasilkan ditemukan adanya bintik hitam pada *body* botol serta *defect colleps* yang merupakan cacat produk dimana produk yang dihasilkan memiliki ketebalan dinding yang botol yang tidak merata.



Gambar 1.1 *Defect* Kotor Hitam

Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan

Dalam rangka meminimasi *waste* yang terjadi dalam proses produksi botol X, perusahaan perlu meningkatkan produktivitas dan memperbaiki aliran proses di seluruh kegiatan produksi. Selain itu, perusahaan perlu mengadakan evaluasi terhadap aktivitas-

aktivitas yang terlibat dalam proses produksi secara terus menerus dan berkelanjutan agar dapat memperbaiki dan meningkatkan kinerja perusahaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini akan digunakan metode *Lean Sigma* yang merupakan gabungan dari metode *Lean* dan *Sigma* sebagai upaya *continuous improvement* untuk perbaikan proses produksi botol X dengan menggunakan konsep pengidentifikasian tujuh kategori *waste* untuk mencapai tingkat kinerja 6 sigma yang dikehendaki. *Waste* yang dimaksud menurut Shigeo Shingo (Hines, Peter, and Taylor, 2000) yaitu *overproduction*, *defects*, *inappropriate processing*, *waiting*, *excess transportation*, *unnecessary inventory*, dan *unnecessary motion*. Sedangkan pendekatan *Six Sigma* digunakan untuk menurunkan variasi, pengendalian proses, dan *continuous improvement*.

Sejauh ini, PT. Berlina Tbk. Pandaan belum pernah mengaplikasikan *Lean Sigma* dalam upaya pengidentifikasian *waste* dan peningkatan performansinya. Melalui *Lean Sigma* diharapkan *waste* yang terjadi dapat diminimasi sehingga perusahaan dapat menekan biaya produksi, dan dapat menghasilkan produk berkualitas yang sesuai spesifikasi. Meminimasi *waste* yang terjadi dapat memperlancar aliran proses produksi sehingga proses produksi dapat berjalan efektif dan efisien.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Semakin ketatnya persaingan industri, perusahaan dituntut untuk selalu meningkatkan performansinya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara meminimasi *waste* yang terjadi dalam setiap aktivitas produksi.
2. Terdapat *waste* pada proses produksi botol X yang mempengaruhi kualitas produk hasil produksi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja *waste* yang terjadi pada proses produksi botol X?
2. Apa yang menjadi akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi botol X?
3. Bagaimana usulan perbaikan yang harus diberikan untuk dapat mengurangi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X?

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperoleh hasil penelitian yang terarah diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Hanya membahas pada kegiatan proses produksi botol X pada Divisi *Blow Moulding* PT. Berlina Tbk Pandaan.
2. Tahap *improvement Lean Sigma* hanya sampai rekomendasi perbaikan (tahap *improve* dari siklus DMAIC).

1.5 Asumsi

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Faktor lain yang tidak tercantum dalam penelitian ini dianggap tidak ada pengaruh yang signifikan.
2. Proses pengambilan data untuk penelitian dilakukan pada saat proses produksi berjalan dengan kondisi normal.

1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi botol X.
2. Menganalisis akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi botol X
3. Memberikan usulan perbaikan yang dapat mengurangi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Meminimasi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X sehingga perusahaan dapat menghasilkan produk berkualitas yang sesuai spesifikasi.
2. Memperlancar aliran proses sehingga kapabilitas proses meningkat, serta efektifitas dan efisiensi tercapai.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dimaksudkan untuk memberi landasan teoritis bagi penelitian yang sedang dilakukan serta menguatkan dasar teori yang digunakan sehingga penelitian yang dilakukan dapat akurat dan terpercaya. Pembahasan dalam bab ini dimulai dengan memaparkan penelitian sebelumnya, konsep dasar *Lean*, pemborosan (*waste*), *Six Sigma*, konsep *Six Sigma*, model pemecahan masalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*), konsep dasar *Lean Sigma*, dan implementasi *Lean Sigma*.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian telah dilakukan berkenaan dengan *Lean Sigma* yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini. Berikut merupakan *review* dari beberapa penelitian sebelumnya:

1. Putri Kartika Riesky Syahhindri (2010) melakukan penelitian dengan judul “Pedekatan *Lean Sigma* Sebagai Upaya Untuk Meminimasi *Waste* Pada Proses Pengemasan Industri Farmasi” (Studi Kasus di PT. Surya Dermanto Medica Laboratories Surabaya). Pada penelitian ini dilakukan pengidentifikasian sembilan jenis *waste* (E-DOWNTIME), kemudian dilakukan pengukuran *waste* dengan menggunakan konsep Taguchi. Selain itu, dilakukan pengukuran kinerja proses berdasarkan *waste* yang terjadi dengan tolak ukur level sigma atau DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). Peneliti mengidentifikasikan *waste* menggunakan konsep E-DOWNTIME dan berhasil mengidentifikasikan lima *waste* dalam proses pengemasan primer yaitu *defect, waiting, transportation, inventories*, dan *excess processing*. Sedangkan empat *waste* pada proses pengemasan sekunder yaitu *defect, waiting, transportation*, dan *excess processing*. Selanjutnya dianalisis faktor-faktor penyebab *waste*. Tool yang digunakan untuk mengidentifikasikan faktor-faktor penyebab *waste* yang paling berpengaruh adalah RCA (*Root Cause Analysis*). Rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini didasarkan dari hasil identifikasi CTQ *waste* yang telah dianalisis menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*) yang menjadi prioritas perbaikan. Dalam penelitiannya, peneliti memberikan usulan perbaikan berupa diantaranya analisis proses produksi dan analisis tata letak fasilitas.

2. Reza Arizona (2011) melakukan penelitian dengan judul “Peningkatan Kualitas Proses Produksi Kikir dengan Pendekatan *Lean Six Sigma*” (Studi Kasus di PT. X, Sidoarjo). Tahapan pada penelitian ini mengikuti siklus *define, measure, analyze*, dan *improve* (DMAI) dengan pengidentifikasian tujuh jenis *waste* yang terjadi pada proses *cutting* dan *hardening*. Setelah itu dilakukan pengukuran kinerja proses menggunakan *SPC Wizard’s Sigma Calculator* dan dilakukan prioritas penanganan *waste*. Kemudian dianalisis penyebab terjadinya *waste* menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*). Pada tahap akhir diberikan rekomendasi perbaikan menggunakan konsep tata letak fasilitas, otomasi, dan perawatan. Dengan demikian, penerapan *lean six sigma* diharapkan dapat membuat proses *cutting* dan *hardening* menjadi lebih efektif dan efisien. Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 4 jenis *waste* yang terjadi yaitu, *defects, excess processing, transportation* dan *waiting*. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan didasarkan dari hasil identifikasi penyebab terjadinya *waste* yang telah dianalisis menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*). Dalam penelitiannya, peneliti memberikan usulan perbaikan berupa diantaranya melakukan pengecekan terhadap komponen pendukung gerakan *hammer*, penggantian alat ukur, memasang sensor, dan perbaikan pada tata letak fasilitas.

Perbandingan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian yang Dilakukan

Karakteristik Penelitian	Nama Peneliti		
	Putri Kartika Riesky Syahhindri (2010)	Reza Arizona (2011)	Penelitian ini
Metode	<i>Lean Six Sigma</i>	<i>Lean Six Sigma</i>	<i>Lean Sigma</i>
Waste	9 Waste	7 Waste	7 Waste
Tahap Define	Identifikasi aktivitas (VA, NVA, NNVA), dan identifikasi <i>waste</i>	Identifikasi aktivitas (VA, NVA, NNVA), dan identifikasi <i>waste</i>	Identifikasi waktu kerja, pembuatan VSM, identifikasi aktivitas (VA, NVA, NNVA), dan identifikasi <i>waste</i>
Tahap Measure	<i>SPC Wizard’s Sigma Calculator</i>	<i>SPC Wizard’s Sigma Calculator</i>	Perhitungan Manual
Tools Analysis	RCA	RCA	<i>Fishbone Diagram</i> dan FMEA
Obyek Penelitian	PT. Surya Dermanto Medica Laboratories Surabaya	PT. X, Sidoarjo	PT. Berlina Tbk. Pandaan

2.2 Konsep Dasar *Lean*

Gasperz (2007) mendefinisikan *Lean* sebagai suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer*

value). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus menerus rasio nilai tambah terhadap waste (*the value to waste ratio*).

Lean didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktifitas-aktifitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) melalui peningkatan terus menerus (Gaspersz, 2007). Tujuan *Lean* adalah menciptakan aliran yang lancar sepanjang proses *value stream* dan menghilangkan semua jenis pemborosan. Menurut Gaspersz (2007), terdapat lima prinsip dasar dari *Lean* yaitu:

Tabel 2.2 Prinsip-prinsip *Lean Manufacturing* dan *Lean Service*

No.	<i>Manufacturing</i>	<i>Service</i>
1.	Spesifikasi secara tepat nilai produk yang diinginkan oleh pelanggan.	Spesifikasi secara tepat nilai produk yang diinginkan oleh pelanggan.
2.	Identifikasi <i>value stream</i> untuk setiap produk.	Identifikasi <i>value stream</i> untuk setiap proses jasa.
3.	Eliminasi semua pemborosan setiap produk yang terdapat dalam aliran proses agar membuat nilai mengalir tanpa hambatan.	Eliminasi semua pemborosan setiap produk yang terdapat dalam aliran proses jasa (<i>moment of truth</i>) untuk menghindari pemborosan dan penundaan.
4.	Menetapkan sistem tarik (<i>pull system</i>) menggunakan Kanban yang memungkinkan pelanggan menarik nilai dari produsen.	Menetapkan sistem anti-kesalahan (<i>mistake-proof system</i>) setiap proses jasa (<i>moment of truth</i>) untuk menghindari pemborosan dan penundaan.
5.	Mengejar keunggulan untuk mencapai kesempurnaan (<i>zero waste</i>) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (<i>radical continuous improvement</i>).	Mengejar keunggulan untuk mencapai kesempurnaan (<i>zero waste</i>) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (<i>radical continuous improvement</i>).

Sumber: Gaspersz (2007)

2.3 Pemborosan (*Waste*)

Waste dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream* (Gaspers, 2007). *Value stream* adalah proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (barang dan/atau jasa) ke pasar (Tunggal, 2009). Untuk proses manufaktur, *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang tersebut.

Menurut Gaspersz (2007), pada dasarnya dikenal dua kategori utama pemborosan (*waste*), yaitu:

1. *Type one waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan, misalnya aktivitas inspeksi, pengawasan, dan penyortiran.
2. *Type two waste* adalah aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan segera. Misalnya, menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*). *Type two waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja karena benar-benar merupakan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Di dalam proses produksi terdapat tiga tipe operasi yang didefinisikan oleh Hines, Peter dan Taylor (2000). Ketiga tipe operasi atau aktivitas tersebut yaitu:

1. *Value Adding (VA)*
Aktivitas yang memberikan nilai tambah di mata *customer* pada suatu produk atau pelayanan.
2. *Non Value Added (NVA)*
Aktivitas yang tidak menambah nilai di mata *customer* dan tidak diperlukan meskipun pada saat itu berada di sekitar proses produksi. Aktivitas ini merupakan *waste* dan harus dikurangi atau dihilangkan.
3. *Necessary but non Value Added (NNVA)*
Aktivitas yang pada umumnya tidak memberi nilai tambah, namun aktivitas tersebut diperlukan untuk menjamin ekspektasi nilai tambah yang diinginkan.

Target dari *Lean Manufacturing* adalah mengurangi tujuh kategori *waste* menurut Shigeo Shingo (Hines, Peter, dan Taylor, 2000) yaitu sebagai berikut:

1. *Overproduction*
Waste dari *overproduction* adalah salah satu jenis *waste* yang terjadi akibat memproduksi produk yang melebihi permintaan pasar. Pada saat permintaan pasar ramai, hal ini mungkin tidak terlalu menjadi masalah, tetapi pada saat permintaan sedang sepi *overproduction* menimbulkan masalah serius.

2. Defects

Waste defect terjadi bila barang yang menurut *quality control* rusak sebelum dilakukan pengiriman. *Defect* tidak hanya menyebabkan dibutuhkan ekstra jaminan dan biaya pengiriman, tetapi ketidakpuasan konsumen juga dapat menyebabkan berkurangnya kesempatan bisnis dan *market share*.

3. Innappropriate Processing

Waste yang disebabkan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur yang salah, penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dalam suatu operasi kerja.

4. Waiting

Penggunaan waktu yang tidak efisien dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, material atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran terganggu dan memperpanjang *lead time* produksi, contohnya seperti tenaga kerja yang menganggur yang sudah selesai mengerjakan tugasnya, atau waktu menunggu material yang terlambat datang.

5. Excess Transportation

Terjadi karena pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi, produk atau material sehingga menyebabkan pemborosan waktu, usaha dan biaya. *Waste* yang ditimbulkan oleh transportasi berkaitan dengan *layout* lantai produksi dan fasilitas penyimpanan yang dapat menyebabkan jarak tempuh yang jauh pada saat transportasi dan perpindahan material.

6. Unnecessary Inventory

Waste ini berupa persediaan yang tidak perlu terjadi yang dikarenakan penyimpanan barang yang berlebihan serta *delay* informasi produk atau material yang menyebabkan peningkatan biaya dan penurunan pelayanan terhadap *customer*.

7. Unnecessary Motion

Waste ini berkaitan dengan penggunaan waktu yang tidak memberikan nilai tambah untuk produk maupun proses. *Waste* jenis ini biasanya sering diakibatkan karena rancangan peralatan yang kurang ergonomis sehingga memaksa operator untuk melakukan gerakan-gerakan yang sebenarnya berlebihan, sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi serta aliran informasi.

2.4 Six Sigma

Menurut Pande dan Holpp (2003), *Six Sigma* didefinisikan sebagai:

1. Ukuran statistik terhadap kinerja sebuah proses atau produk.
2. Tujuan yang mencapai hampir sempurna untuk perbaikan/peningkatan kinerja.
3. Sistem manajemen untuk mencapai kepemimpinan bisnis terdepan dan kinerja kelas dunia.

2.4.1 Konsep Six Sigma

Six Sigma adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan penyimpangan standar (standar deviasi), suatu indikator dari tingkat variasi dalam seperangkat pengukuran atau proses (Brue, 2002). Tingkat kualitas sigma biasanya juga dipakai untuk menggambarkan output dalam suatu proses. Semakin tinggi tingkat sigma, maka semakin kecil toleransi yang diberikan pada kecatatan dan semakin kecil kapabilitas proses, oleh karena itu semakin rendah variabilitas output yang dihasilkan.

Six Sigma adalah sebuah konsep statistik yang menjawab kebutuhan *consumer* akan suatu kualitas yang tinggi dan proses bisnis yang bebas *defect* dengan tidak lebih dari 3,4 kegagalan (*error*) dari satu juta kesempatan. *Six Sigma* menurunkan *cost*, dan memperbaiki provitabilitas dengan cara menekan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses secara terus- menerus.

Alat statistik *Six Sigma* bekerja untuk dapat mengungkapkan apa yang tidak diketahui. Menggunakan *Six Sigma* hanya difokuskan pada pemilihan alat, penggunaannya, dan analisa data yang diperoleh dengan bantuan *software* untuk mengkalkulasinya, sehingga *Six Sigma* akan menyediakan suatu cara yang lebih efisien untuk menyelesaikan masalah dan membuat keputusan. Pada Tabel 2.3 diberikan perbandingan nilai bila digambarkan dengan prosentase produk baik yang dihasilkan (*yield*), jumlah produk cacat yang dihasilkan setiap satu juta produk hasil produksi, tingkat suatu perusahaan dan biaya yang dikeluarkan untuk produk cacat (Pande dan Holpp, 2003).

Tabel 2.3 Perbandingan *Level Sigma* Digambarkan dengan *Yield, Defect per Million Opportunities, Company Class, Cost of Poor Quality*

<i>Sigma level</i>	<i>Yield (%)</i>	<i>Defect per Million Opportunities</i>	<i>Company Class</i>	<i>Cost of Poor Quality</i>
1	30,85	691.426	Sangat Tidak Kompetitif	Tidak Dapat Dihitung
2	69,15	308.538	Rata- rata Industri di Indonesia	Tidak Dapat Dihitung

<i>Sigma level</i>	<i>Yield (%)</i>	<i>Defect per Million Opportunities</i>	<i>Company Class</i>	<i>Cost of Poor Quality</i>
3	93,32	66.807	Rata- rata Industri di USA	25-40% Dari Penjualan
4	99,38	6.210		15-25% Dari Penjualan
5	99,977	233		5-15% Dari Penjualan
6	99,9997	3,4	Rata- rata Industri Kelas Dunia	< 1% Dari Penjualan

Sumber: Gaspersz (2002), Pande dan Holpp (2003).

Pada Tabel 2.3 diatas, perusahaan yang memiliki level 1σ merupakan perusahaan yang sangat tidak kompetitif karena memiliki prosentase produk baik yang dihasilkan (*yield*) hanya 30.85 % dari total produk yang dihasilkan atau terdapat suatu produk cacat sebanyak 691.462 setiap satu juta kesempatan produksi, sehingga biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan produk cacat tersebut sangat besar. Sedangkan perusahaan yang telah mencapai level 6σ merupakan perusahaan kelas dunia yang mampu menghasilkan produk baik (*yield*) sebesar 99,9997% dari total produksi yang dihasilkan dan hanya terdapat 3,4 hasil produksi yang cacat setiap satu juta kesempatan produksi serta biaya yang dikeluarkan untuk produk cacat kurang dari 1% dari penjualan.

2.4.2 Model Pemecahan Masalah DMAIC

Menurut Gaspersz (2007), upaya peningkatan menuju target *Six Sigma* dapat dilakukan menggunakan metodologi DMAIC, yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu:

1. *Define*, mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.
2. *Measure*, mengukur kinerja proses pada saat sekarang (*baselinmeasurement*) agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan.
3. *Analyze*, menganalisis hubungan sebab akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan
4. *Improve*, mengoptimasikan proses nmenggunakan analisis-analisis seperti *design of experiment* (DOE), dan lain-lain untuk mengetahui dan mengendalikan dan mengendalikan kondisi optimum proses.
5. *Control*, melakukan pengendalian terhadap proses secara terus menerus untuk

meningkatkan kapabilitas proses menuju target *Six Sigma*.

2.5 Konsep Dasar *Lean Sigma*

Menurut Gaspersz (2006) *Lean Sigma* merupakan kombinasi *lean* dan *six sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) melalui peningkatan terus menerus untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma dengan hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi (3,5 DPMO). Alasan dasar yang membedakan antara *lean manufacturing* dan *six sigma* adalah:

1. *Lean* berfokus pada minimasi *waste* yang terjadi pada *value stream*, namun tidak mampu memberi analisa dan kontrol secara statistik.
2. *Six Sigma* berfokus pada peningkatan kualitas namun kurang dalam upaya meningkatkan kecepatan proses.

Perbandingan *Lean* dan *Six Sigma* dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Perbandingan *Lean* dan *Six Sigma*

Faktor Pembeda	<i>Six Sigma</i>	<i>Lean</i>
Tujuan	Mengurangi variasi	Eliminasi <i>waste</i>
Fokus	Masalah	Aliran
Efek Utama	<i>Output</i> proses seragam	Mengurangi <i>cycle time</i>
Efek Sekunder	Variasi berkurang Persediaan berkurang Peningkatan kualitas	<i>Waste</i> berkurang Persediaan berkurang Peningkatan kualitas
Kelemahan	Kecepatan proses tidak diperhatikan Peningkatan proses secara independen	Statistik atau analisis sistem tidak ada

Sumber: Gaspersz (2008), Hines, Peter dan Taylor (2000).

Dengan mengintegrasikan kekuatan-kekuatan dari *Lean* dan *Six Sigma* dapat membangun kerangka kerja *Lean Six Sigma*, prinsip dasar dalam penerapan *Lean Six Sigma* adalah sebagai berikut (Gaspersz, 2007):

1. Mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*).
2. Melakukan peningkatan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma.
3. Mengorganisasikan material, informasi dan produk agar mengalir secara lancar dan

efisien sepanjang *value stream*.

4. Mengejar keunggulan dan kesempurnaan hanya dengan memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi (3,4 DPMO).

2.6 Implementasi *Lean Sigma*

Tahapan dalam mengimplementasikan *Lean Sigma* berdasarkan kerangka kerja Six Sigma adalah sebagai berikut:

2.6.1 *Define*

Tahap *define* merupakan tahapan dalam menentukan masalah serta memberikan batasan dari proyek perbaikan. *Tool* yang dapat digunakan dalam tahap *define* adalah tabel pengidentifikasian aktivitas dari proses dan penghitungan persentase aktivitas berdasarkan kategorinya (*value added non-value added*, dan *necessary but non-value added*) serta *value stream mapping* (VSM) yang merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) dalam perusahaan digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, dan merepresentasikan baik aliran *material* juga aliran informasi.

Tahap *Define* bertujuan untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki serta menentukan sumber daya apa yang dibutuhkan dalam proyek perbaikan Six Sigma. Pada tahap ini pula dilakukan penentuan atau pemilihan *Critical To Quality* (CTQ), mengumpulkan informasi dasar tentang produk atau proses, dan memunculkan tujuan perbaikan.

CTQ merupakan semua atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan konsumen. CTQ dapat berupa elemen dari produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan konsumen. Dalam proses produksi, CTQ ditentukan berdasarkan kesesuaian antara produk hasil produksi dengan spesifikasi yang diberikan konsumen. (Gaspersz,2007).

2.6.1.1 Pengukuran Kerja

Secara singkat Wignjosoebroto (2008) mengungkapkan pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Menurut Satalaksana (1979) pengukuran waktu kerja digunakan untuk menentukan waktu baku, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator dengan kemampuan rata-rata dan pada kecepatan kerja normal untuk

melakukan suatu pekerjaan. Metode pengukuran waktu dapat dibagi dalam dua bagian yaitu:

1. Pengukuran waktu secara langsung

Yaitu pengukuran yang dilakukan di tempat dimana pekerjaan bersangkutan dijalankan. Terdiri atas dua jenis, yaitu:

- a. Metode sampling pekerjaan (*work sampling*).
- b. Metode jam henti (*stopwatch time study*).

2. Pengukuran waktu secara tidak langsung

Yaitu pengukuran waktu yang dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan, tetapi dengan membaca grafik atau tabel yang tersedia.

Dalam melakukan pengukuran kerja pada penelitian ini, metode yang akan digunakan adalah *stopwatch time study*.

2.6.1.1.1 *Stopwatch Time Study*

Sesuai dengan namanya, maka pengukuran waktu ini menggunakan jam henti (*stopwatch*) sebagai alat utamanya. Urutan pengukuran waktu kerja dengan menggunakan *stopwatch time study* adalah:

1. Penetapan tujuan pengukuran
2. Menentukan elemen kerja yang akan diukur
3. Melakukan pengukuran waktu pada setiap elemen kerja dengan *stopwatch*
4. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan cara peta kontrol. Peta kontrol yang digunakan adalah peta kontrol $\bar{x}$. Berikut prosedur dalam pembuatan peta kontrol $\bar{x}$ (Sutalaksana, 1979):

- a. Data disusun dalam kelompok
- b. Hitung *mean* dengan perhitungan:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{k} \quad (2.1)$$

dengan:

x_i = Rata-rata dari subgrup

k = jumlah subgrup

- c. Menghitung standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{\bar{x}})^2}{N-1}} \quad (2.2)$$

dengan:

N = Jumlah pengamatan pendahuluan yang dilakukan

x = Waktu pengamatan

- d. Menghitung standar deviasi rata-rata subgroup

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.3)$$

dengan:

n = Jumlah subgroup

- e. Menghitung Batas Kontrol Atas (BKA), dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{x} + 2\sigma \quad (2.4)$$

$$BKB = \bar{x} - 2\sigma \quad (2.5)$$

- f. Membuat peta kontrol dan memetakan tiap harga rata-rata subgroup.

5. Uji kecukupan data

Uji kecukupan bertujuan untuk melihat apakah data yang dikumpulkan telah cukup secara statistik atau tidak. Rumus uji kecukupan data:

$$N' = \left\lceil \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right\rceil \quad (2.6)$$

dengan:

k = tingkat kepercayaan (*convidence level*) yang digunakan 95 %,

k = 1,96

s = derajat ketelitian (*degree of accuracy*) 5 %, s = 0,05

x = jumlah pengamatan yang diambil

N = Jumlah data pengamatan yang telah diambil dan telah seragam

N' = Jumlah data pengamatan yang harus diambil

6. Perhitungan waktu standar

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan waktu standar adalah:

- a. Menentukan *performance rating* operator

Performance rating adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Metode yang umumnya digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah *Westing House System's Rating*. Selain kecakapan (*skill*) dan usaha (*effort*) sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, maka *Westinghouse* menambahkan lagi dengan kondisi kerja

(*working condition*) dan keajegan (*consistency*) dari operator di dalam melakukan kerja. Untuk ini, *Westinghouse* telah membuat suatu tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut sesuai dengan yang tertera pada Tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 *Performance Rating Westinghouse*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Skill	Superskill	A1	0,15
		A2	0,13
	Excellent	B1	0,11
		B2	0,08
	Good	C1	0,06
		C2	0,03
	Average	D	0
	Fair	E1	-0,05
		E2	-0,1
	Poor	F1	-0,16
		F2	-0,22
Effort	Excessive	A1	0,3
		A2	0,12
	Excellent	B1	0,1
		B2	0,08
	Good	C1	0,05
		C2	0,02
	Average	D	0
	Fair	E1	-0,04
		E2	-0,08
	Poor	F1	-0,12
		F2	-0,17
Condition	Ideal	A	0,06
	Excellent	B	0,04
	Good	C	0,02
	Average	D	0
	Fair	E	-0,03
	Poor	F	-0,07
Consistency	Ideal	A	0,04
	Excellent	B	0,03
	Good	C	0,01
	Average	D	0
	Fair	E	-0,02
	Poor	F	-0,04

Sumber: Sotalaksana (1979).

Berdasarkan Tabel 2.5 diatas maka nilai *factor rating* dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Factor rating (Rf)} = 1 + \text{Westinghouse Factor} \quad (2.7)$$

b. Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualitas baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Dalam menentukan waktu normal, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_n = \text{waktu pengamatan} \times \frac{\text{Performance Rating} \%}{100\%} \quad (2.8)$$

c. Allowance

Pada kenyataannya operator tidak mampu untuk bekerja secara terus menerus, ia akan memerlukan waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat dan alasan - alasan lain yang diluar kontrolnya. Waktu khusus ini disebut sebagai waktu longgar atau *allowance*. *Allowance* ini dapat diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*. Besarnya kelonggaran berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh dapat dilihat pada Lampiran 1.

Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa tidak ada operator yang mampu bekerja terus menerus, maka pada saat menentukan waktu standar akan diperhitungkan juga *allowance* yang diperlukan oleh operator. Dengan demikian, waktu standar dapat ditentukan dengan persamaan :

$$W_s = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \quad (2.9)$$

2.6.1.1.2 Value Stream Mapping

Value Stream adalah sekumpulan dari seluruh kegiatan yang di dalamnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah yang dibutuhkan untuk membawa produk maupun satu kelompok produk dari sumber yang sama untuk melewati aliran-aliran utama, mulai dari *raw material* hingga sampai ke tangan konsumen (Hines, Peter dan Taylor, 2000). Kegiatan-kegiatan ini merupakan bagian dari keseluruhan proses *supply chain* yang mencakup aliran informasi dan aliran operasi, sebagai inti dari setiap proses *lean* yang berhasil. *Value Stream Mapping* merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) dalam perusahaan yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, yang merepresentasikan baik aliran *material* juga aliran informasi. Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang *value stream* dan

untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. *Value stream mapping* terbagi atas tiga bagian, yaitu:

1. Proses maupun aliran produksi pada *value stream*.

Proses atau aliran produksi adalah bagian dari peta yang sering diasosiasikan dengan tradisional *flowchart*. Aliran proses harus digambarkan dari kiri ke kanan.

2. Aliran informasi

Aliran komunikasi dan informasi adalah bagian dari peta dimana *value stream mapping* berkembang tidak hanya sebagai informasi aliran produk. Dengan menambahkan komunikasi yang terjadi kedalam peta memungkinkan kita mengetahui komunikasi yang terjadi dalam proses baik secara formal maupun informal. Banyaknya kekacauan dan kebingungan yang sering terjadi dalam proses dapat digolongkan kedalam komunikasi yang *non value added*. Kegiatan *non value added* adalah kegiatan yang tidak menambah *value*. Walaupun informasi bergerak dari konsumen atau dari kanan ke kiri, namun tidak ada suatu standar yang baku dalam penentuan aliran komunikasi dan informasi.

3. *Time line and travel distance*

Pada bagian ini terdapat waktu pengerjaan produk, waktu transportasi, waktu menunggu produk selama berada dalam *value stream*. Disamping waktu kita juga perlu menambahkan jarak yang ditempuh antar proses dalam proses produksi.

Value stream mapping dapat dikategorikan kedalam dua jenis yaitu:

- a. *Current State Value Stream Map*

Current State Map adalah titik awal kita melihat aliran proses sekarang sebelum dilakukan perbaikan.

- b. *Future State Value Stream Map*

Future State Map adalah penggambaran proses dan informasi setelah dilakukan perbaikan.

Langkah pembuatan *value stream mapping* dibagi kedalam lima langkah, yaitu:

1. Identifikasi produk.

Pada tahap ini ditentukan produk mana yang akan dipilih untuk penerapan *value stream mapping*.

2. Membuat *current state value stream mapping*.

Setelah dipilih produk yang akan diteliti maka dibuat *value stream mapping* pada kondisi proses sekarang.

3. Evaluasi peta sekarang dan identifikasi daerah yang menjadi masalah.

Setelah pembuatan *value stream mapping* kondisi sekarang, kemudian dilakukan evaluasi terhadap proses dan langkah-langkah dalam membuat produk tersebut. Semua informasi kemudian disusun kedalam sebuah peta dan dilakukan analisis. Pada setiap tahap, parameter yang dijadikan acuan meliputi *cycle time*, *takt time*, *work in progress (WIP)*, *setup time*, *down time*, *number of worker* dan tingkat *scrab*.

4. Buat *future state value stream mapping*.

Setelah analisis dan evaluasi dilakukan pada proses pembuatan produk sekarang, maka masalah sudah dapat diidentifikasi. Setelah dilakukan minimasi pada daerah masalah pada proses sekarang, maka dibuat peta yang menggambarkan proses setelah terjadi perubahan.

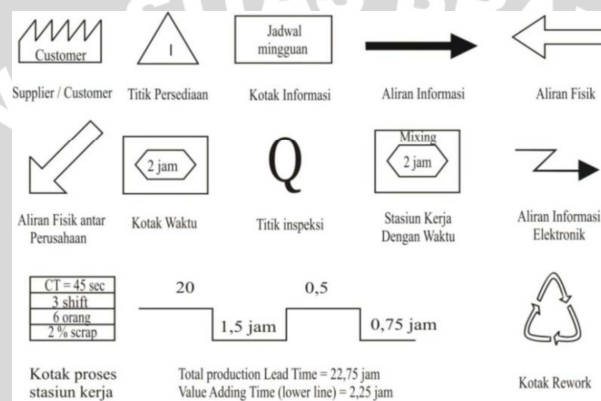
2.6.1.1.3 Big Picture Mapping

Big Picture Mapping adalah suatu *tool* yang diadopsi dari sistem produksi Toyota yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat dalam perusahaan (Hines, Peter dan Taylor, 2000). Sehingga nantinya diperoleh gambaran mengenai aliran informasi dan aliran fisik dari sistem yang ada, mengidentifikasi dimana terjadinya *waste* serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan berdasar dari masing-masing karakteristik proses yang terjadi. Langkah-langkah dalam menggambarkan *Big Picture Mapping* adalah sebagai berikut:

1. Menggambarkan keseluruhan kebutuhan *customer* berisi produk yang diminta *customer*, jumlah produk yang dikirimkan dalam suatu waktu, berapa sering pengiriman dilakukan, pengemasan yang dilakukan.
2. Menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier* yang berisi antara lain: macam peramalan dan informasi pembatalan *supplier* oleh *customer*, organisasi atau departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang disyaratkan.
3. Menggambarkan aliran fisik dengan berupa langkah-langkah utama aliran fisik dalam perusahaan, berapa lama aliran fisik dilakukan, dititik mana dilakukan *inventory*, di titik mana dilakukan proses inspeksi dan berapa tingkat cacat, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam perhari

- tiap stasiun kerja bekerja, waktu berpindah di stasiun kerja, dimana inventori diadakan dan berapa banyak, serta titik *bottleneck* yang terjadi.
4. Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang dapat memberikab informasi jadwal yang digunakan, instruksi kerja yang dihasilkan, dari dan untuk apa informasi dan instruksi dikirim, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.
 5. Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan aliran fisik yang dilakukan dengan menambahkan *lead time* dan *value added time* dibawah gambar aliran.

Simbol-simbol yang digunakan dalam *Big Picture Mapping* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Simbol-simbol *Big Picture Mapping*
Sumber: Hines, Peter dan Taylor (2000)

2.6.2 Measure

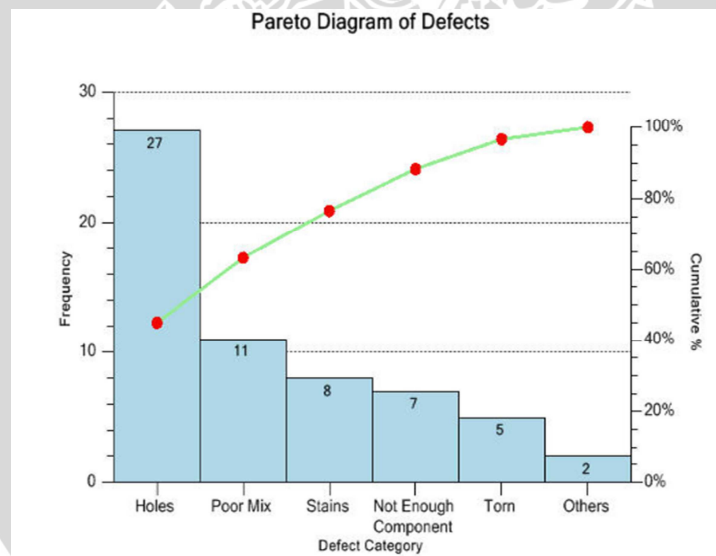
Tahap *measure* bertujuan untuk mengukur *waste* yang terjadi dan tingkat kinerja proses saat ini atau *baseline measurements*. Ukuran yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja proses adalah level sigma atau *defect per million opportunities* (DPMO).

2.6.2.1 Diagram Pareto

Menurut Ariani (2003), fungsi diagram pareto adalah untuk membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan. Diagram ini menunjukkan seberapa besar frekuensi berbagai macam tipe permasalahan yang terjadi berdasarkan data statistik dan prinsip bahwa 20% penyebab bertanggungjawab terhadap 80% masalah yang muncul atau sebaliknya. Diagram pareto memiliki banyak aplikasi dalam bisnis dan pekerjaan seperti dalam kontrol kualitas dan merupakan salah satu alat utama yang digunakan dalam *Six Sigma*.

Dalam pembuatan diagram pareto ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Menentukan masalah yang akan diteliti.
2. Menentukan data apa yang akan diperlukan dan bagaimana mengklasifikasikan atau mengkatagorikan data itu.
3. Menentukan metode dan periode pengumpulan data.
4. Mencatat frekuensi kejadian dari masalah yang telah diteliti dengan menggunakan *check sheet*.
5. Mengurutkan menurut frekuensinya yaitu dengan membuat daftar masalah secara berurutan berdasarkan frekuensi kejadian dari yang tertinggi sampai terendah.
6. Menghitung prosentase dari frekuensi tersebut yaitu dengan menghitung frekuensi kumulatif, prosentase dari total kejadian dan prosentase dari total kejadian secara kumulatif.
7. Membuat diagram berdasarkan pada urutan diatas.
8. Memutuskan untuk mengambil tindakan peningkatan atas penyebab utama dari masalah yang sedang terjadi tersebut.



Gambar 2.2 Diagram Pareto
Sumber : Besterfield, 1998 (dalam Ariani, 2004)

2.6.2.2 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kemampuan proses (*process capability analysis*) adalah suatu studi keteknikan guna menaksir kapabilitas proses dan merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan sistem peningkatan kualitas. Data analisis kemampuan proses dapat digunakan antara lain untuk :

1. Memperkirakan seberapa baik proses akan memenuhi toleransi.
2. Membantu pengembangan perancangan produk dalam memilih atau mengubah proses.
3. Mengurangi variabilitas dalam proses produksi.
4. Kemampuan proses menunjukkan rentang suatu variasi suatu proses atau suatu besaran yang menunjukkan kemampuan dari suatu peralatan produksi untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi. Pengukuran kemampuan proses ini dilakukan setelah proses dianggap sudah terkendali, dengan kata lain variasi yang terjadi hanya disebabkan oleh faktor-faktor alamiah saja. Kemampuan proses menunjukkan sampai seberapa jauh suatu proses mampu memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Dalam konteks ini dapat dikatakan bahwa spesifikasi yang lebih sempit akan menuntut penggunaan mesin dan peralatan dengan kemampuan proses yang tentunya lebih handal.

Gaspersz (2002) menyatakan bahwa terdapat langkah-langkah dalam menghitung kapabilitas sigma dan DPMO untuk data variabel, seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.6 di bawah ini:

Tabel 2.6 Cara Memperkirakan Kapabilitas *Sigma* dan DPMO untuk Data Variabel

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui kualitasnya?	-
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (<i>upper specification limit</i>)	USL
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (<i>lower specification limit</i>)	LSL
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T
5	Berapa nilai rata-rata (<i>mean</i>) proses	$\bar{x}$
6	Berapa nilai standar deviasi (<i>standard deviation</i>) dari proses	S
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{x})/S\} \times 1.000.000^*)$
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq (LSL - \bar{x})/S\} \times 1.000.000^*)$

Langkah	Tindakan	Persamaan
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO) yang dihasilkan proses diatas	$= (\text{langkah 7}) + (\text{Langkah 8})$
10	Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma (berdasarkan tabel konversi DPMO ke nilai sigma)	-
11	Hitung kemampuan proses di atas dalam ukuran nilai sigma	-

Sumber: Gaspersz (2002)

Catatan:

*) Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z diperoleh dari tabel distribusi normal kumulatif

Gaspersz (2002) menyatakan bahwa terdapat langkah-langkah dalam menghitung kapabilitas sigma dan DPMO untuk data atribut, seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2.7 Cara Memperkirakan Kapabilitas *Sigma* dan DPMO untuk Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui kualitasnya?	-
2	Berapa banyak unit produk yang akan diperiksa?	-
3	Berapa banyak unit produk yang gagal/cacat?	-
4	Hitung tingkat cacat (kegagalan) berdasarkan langkah 3	$= (\text{Langkah 3}) / (\text{Langkah 2})$
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat (kegagalan)	$= \text{banyaknya karakteristik CTQ}$
6	Hitung peluang tingkat cacat (kegagalan) per karakteristik CTQ	$= (\text{Langkah 4}) / (\text{Langkah 5})$
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	$= (\text{Langkah 6}) \times 1.000.000$
8	Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai sigma (berdasarkan tabel konversi DPMO ke nilai sigma)	-

Langkah	Tindakan	Persamaan
9	Buat kesimpulan	-

Sumber: Gaspersz (2002)

2.6.2.3 Defect Per Million Opportunities (DPMO)

DPMO merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam banyaknya cacat per satu juta kesempatan. Hubungan *sigma* dan DPMO ditunjukkan pada Tabel 2.8 Target sebesar 3,4 DPMO diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan. Menurut Gaspersz (2002), DPMO dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000 \quad (2.10)$$

dengan nilai DPO didapat dari rumus :

$$\text{DPO} = \frac{\text{Banyaknya Kegagalan}}{\text{Jumlah Unit Diperiksa}} \times \text{CTQ} \quad (2.11)$$

Tabel 2.8 Hubungan *Sigma* dan DPMO

Sigma	Parts per Million
6 Sigma	3,4 defects per million
5 Sigma	233 defects per million
4 Sigma	6.210 defects per million
3 Sigma	66.807 defects per million
2 Sigma	308.537 defects per million
1 Sigma	690.000 defects per million

Sumber: Cavanagh, Neuman dan Pande (2002)

2.6.3 Analyze

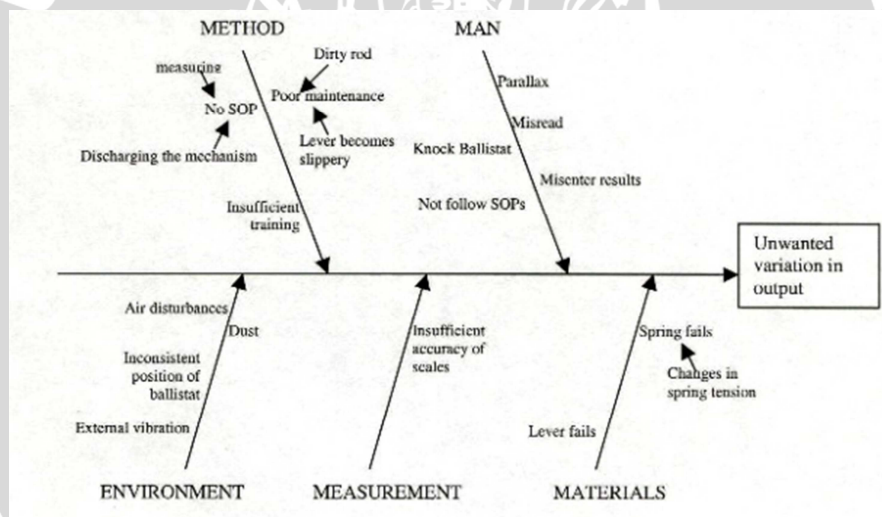
Tujuan dari tahap *analyze* adalah untuk memahami informasi dan data yang dikumpulkan, dan menggunakan data tersebut untuk menganalisis penyebab pemborosan (*waste*). *Tools* yang dapat digunakan pada tahap ini adalah *Fishbone Diagram* dan *Failure Mode Effect Analyze* (FMEA).

2.6.3.1 Fishbone Diagram

Diagram sebab akibat juga disebut Ishikawa Diagram karena diagram ini diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 (Ariani, 2003). Kegunaan dari diagram sebab akibat adalah menganalisis sebab dan akibat suatu masalah. Diagram sebab akibat menggambarkan hubungan karakteristik dan faktor penyebab kecacatan, sumber-sumber penyebab kecacatan timbul dari *man*, *material*, *machine*, *method*, dan *environment*.

Langkah-langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat secara keseluruhan adalah (Montgomery, 1990):

1. Menentukan karakteristik mutu yang akan dicari faktor-faktor penyebabnya.
2. Menggambarkan faktor-faktor utama penyebab ketidaksesuaian dengan menggambarkan garis panah menjadi garis utama.
3. Dari faktor-faktor utama dicari sub faktor yang menyebabkan cacat. Sub faktor ini digabungkan pada faktor utama yang berkaitan dengan faktor tersebut.



Gambar 2.3 Diagram Sebab Akibat
Sumber: Besterfield, 1998 (dalam Ariani, 2004)

2.6.3.2 Failure Mode Effect Analyze (FMEA)

Menurut Gaspersz (2002), pada dasarnya sasaran dari proses manufaktur adalah menghasilkan produk yang memenuhi semua spesifikasi sepanjang waktu. Suatu FMEA akan mengidentifikasi penyimpangan-penyimpangan potensial yang mungkin dari setiap spesifikasi dan menghilangkan atau meminimumkan penyimpangan-penyimpangan itu melalui deteksi dan/atau pencegahan perubahan-perubahan dalam variabel-variabel proses. Manfaat penggunaan FMEA dalam peningkatan kualitas Six

Sigma adalah mengidentifikasi masalah-masalah potensial sebelum produk itu diproduksi, membantu menghindari *scrap* dan pekerjaan ulang (*rework*), mengurangi banyaknya kegagalan produk, dan menjamin suatu *start-up* produksi yang lebih mulus.

Tabel 2.9 Rating *Severity* pada FMEA

Rating <i>Severity</i> pada FMEA			
Ranking	Akibat (<i>Effect</i>)	Kriteria Verbal	Akibat pada Produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa penyesuaian yang diperlukan	Proses berada dalam pengendalian dengan tanpa
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya diketahui oleh operator berpengalaman	Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terdapat sedikit gangguan. Akibat diketahui oleh rata-rata operator	Proses telah berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun terdapat gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua operator	Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas, karena tingkat kinerja berkurang	30-60 menit <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dan aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin	1-2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	2-4 jam <i>downtime</i>
8	Akibat ekstrem	Mesin tidak dapat beroperasi, telah kehilangan fungsi utama mesin	4-8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat serius	Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja	Lebih besar dari 8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja	Lebih besar dari 8 jam <i>downtime</i>

Sumber: Gaspersz (2002)

Tabel 2.10 Rating *Occurance* pada FMEA

Rating <i>Occurance</i> pada FMEA			
Ranking	Akibat (<i>Effect</i>)	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian kerusakan
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	Lebih besar dari 10.000 jam operasi mesin
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi mesin	6.001-10.000 jam operasi
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit mesin	3.001-6.000 jam operasi
4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit mesin	2.001-3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah mesin	1.001-2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401-1.000 jam operasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11-100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi mesin	Kurang dari 2 jam operasi

Sumber: Gaspersz (2002)

Tabel 2.11 Rating *Detection* pada FMEA

Rating <i>Detection</i> pada FMEA		
Ranking	Akibat (<i>Effect</i>)	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	<i>Moderately high</i>	Perawatan preventif memiliki kemungkinan <i>moderately high</i> untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Perawatan preventif memiliki kemungkinan <i>moderate</i> untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	<i>Remote</i>	Perawatan preventif memiliki kemungkinan <i>remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	<i>Very remote</i>	Perawatan preventif memiliki kemungkinan <i>very remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Sumber: Gaspersz (2002)

2.6.3.3 Definisi Jenis *Defect* Produk Botol X

1. Kotor Hitam
Kotor hitam merupakan cacat produk dimana pada produk yang dihasilkan ditemukan adanya bintik hitam pada *body* botol X.
2. *Colleps*
Colleps merupakan cacat produk dimana produk yang dihasilkan memiliki ketebalan dinding yang botol yang tidak merata.
3. Mulut Tidak Pres
Mulut tidak pres merupakan keadaan dimana bagian mulut botol pada produk yang dihasilkan ukurannya tidak sesuai dengan spesifikasi diameter yang ditentukan.
4. *Bottom Nrawang*
Bottom nrawang merupakan cacat produk dimana pada bagian alas botol dindingnya sangat tipis sehingga dihasilkan alas botol yang transparan.
5. *Nggandol/Buntu*
Nggandol/buntu merupakan keadaan dimana pada mulut botol yang dihasilkan tersumbat aval produk sehingga menyebabkan botol buntu.
6. Lengket
Lengket merupakan keadaan dimana menempelnya anantara satu botol dengan botol lainnya akibat lelehan aval yang masih panas.
7. Tebal Tipis
Tebal tipis merupakan keadaan dimana produk yang dihasilkan memiliki ketebalan dinding yang botol yang tidak sama antar sisi dindingnya.
8. Garis Patah
Garis patah merupakan keadaan dimana pada produk yang dihasilkan terlihat adanya garis-garis yang menandakan botol tidak sempurna.
9. Warna < std
Warna < std merupakan keadaan dimana produk yang dihasilkan memiliki komposisi warna yang tidak sesuai dengan spesifikasi manajemen setelah dilakukan pemeriksaan oleh bagian *quality control*.

2.6.3.4 Definisi Jenis *Stop Time* pada Proses Produksi Botol X

1. *Sett up RI*
Sett up RI merupakan keadaan pengaturan ulang mesin apabila terjadi perubahan jumlah dan jenis cetakan (*mould*) yang digunakan.

2. *Trouble Proses*

Trouble proses merupakan keadaan dimana pada saat proses pemesinan sedang berlangsung ditemukan produk keluaran yang tidak sesuai dengan spesifikasi manajemen sehingga membutuhkan pengaturan ulang mesin.

3. *Trouble Mould*

Trouble mould merupakan keadaan dimana pada saat proses pemesinan sedang berlangsung terjadi permasalahan pada cetakan yang menghasilkan produk sehingga diperlukan perbaikan *mould*.

4. *Trouble Material*

Trouble material merupakan keadaan dimana pada saat akan dilakukan proses pemesinan tetapi material yang dibutuhkan masih mengalami masalah pada proses sebelumnya.

5. *Repair M/C*

Repair M/C merupakan keadaan mempersiapkan mesin/*mould* yang akan digunakan pada proses pemesinan setelah mengalami perbaikan.

6. *Trouble PLN*

Trouble PLN merupakan keadaan tak terkendali dimana terjadi pemutusan aliran listrik yang dapat menghentikan proses secara tiba-tiba.

7. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance merupakan keadaan perawatan mesin yang menyebabkan waktu tunggu pada proses yang seharusnya bisa dilakukan untuk menghasilkan produk.

8. Koreksi Warna/Material

Koreksi warna/material merupakan keadaan pengecekan kembali komposisi warna/material sebelum dilakukan proses selanjutnya.

9. *Trial* Warna/Material

Trial warna/material merupakan keadaan percobaan warna/material setelah dilakukan koreksi warna/material untuk dihasilkan produk.

10. *Evaluasi Quality*

Evaluasi quality merupakan keadaan evaluasi oleh pihak QC sebelum dilanjutkan kembali proses produksi setelah terjadi *trouble*.

11. Tunggu Komponen

Tunggu komponen merupakan keadaan menunggu komponen mesin untuk pergantian/pengaturan ulang mesin produksi.

12. *Broke M/C*

Broke M/C merupakan keadaan menunggu karena terjadi kerusakan pada bagian mesin yang mengharuskan adanya pergantian bagian mesin.

13. *Waiting Kontrol QC*

Waiting kontrol QC merupakan keadaan menunggu bagi produk yang telah dikemas awal untuk dilakukan inspeksi secara sampling oleh pihak QC dan dinyatakan lolos atau ditahan karena teridentifikasi cacat.

2.6.4 *Improve*

Pada tahap *improve* diharapkan ada tindakan perubahan pada proses yang dapat meminimasi *waste*, biaya dan lain-lain. Berbagai rekomendasi sebagai rencana tindakan perbaikan dapat diberikan sesuai dengan permasalahan yang berhasil dianalisis pada tahap sebelumnya.

2.6.5 *Control*

Tujuan yang ingin dicapai pada tahap *control* adalah mencegah kembalinya sistem ke prosedur atau kondisi semula dan langkah yang dilakukan pada tahap *control* adalah menyampaikan hasil proses perbaikan kepada *up management* serta memastikan bahwa setiap orang yang bekerja telah dilatih untuk melakukan prosedur perbaikan yang baru.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah rangkaian tahapan sistematis yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penyelesaian masalah yang sedang dibahas. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian agar proses penelitian dapat terarah dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif (*deskriptif research*), yaitu penelitian yang ciri utamanya adalah tidak membutuhkan hipotesis dan memberikan penjelasan obyektif, komparasi dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan atas permasalahan yang dihadapi. Tujuannya adalah mencari penjelasan atas suatu fakta atau kejadian yang sedang terjadi, misalnya survei untuk menemukan sebab-sebab suatu kejadian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2012 sampai Maret 2013 di PT. Berlina Tbk. Pandaan yang beralamat di Jalan Raya Km 43 Pandaan, Pasuruan, Jawa Timur.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Tahap Identifikasi Awal

1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan merupakan langkah awal yang perlu dilakukan untuk mendapatkan gambaran dari kondisi sebenarnya obyek yang akan diteliti. Hal ini akan sangat bermanfaat karena dapat memberikan gambaran yang jelas tentang obyek penelitian. Dari hasil survei pendahuluan ini dapat diketahui permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut. Dalam survei pendahuluan ini dilakukan pengamatan awal pada obyek penelitian dan wawancara dengan pihak perusahaan di PT. Berlina Tbk. Pandaan untuk mendapatkan gambaran mengenai proses produksi botol X secara menyeluruh dari awal sampai akhir.

2. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti. Sumber literatur diperoleh dari perpustakaan, perusahaan, dan internet yang berguna sebagai penunjang pembahasan permasalahan yang dibahas. Teori-teori yang dipelajari pada penelitian ini adalah mengenai konsep *lean*, konsep *six sigma*, pengukuran kerja, konsep *lean sigma*, *Fishbone Diagram* dan *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan yang diidentifikasi berdasarkan survei pendahuluan adalah terjadinya *waste* pada kegiatan proses produksi botol X. Sehingga berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, perumusan masalah yang dapat diambil yaitu apa saja *waste* yang terjadi pada proses produksi botol X, apa yang menjadi akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi botol X, serta bagaimana usulan perbaikan yang harus diberikan untuk dapat mengurangi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X.

4. Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan penelitian bertujuan agar penelitian fokus terhadap permasalahan yang ada. Tujuan mengacu pada latar belakang dan berorientasi pada kepentingan peningkatan kualitas dengan minimasi *waste* yang terjadi pada kegiatan proses produksi botol X. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi botol X, menganalisis akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi botol X, serta memberikan usulan perbaikan yang dapat mengurangi terjadinya *waste* pada proses produksi botol X.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer yaitu data yang diperoleh melalui pengamatan atau pengukuran secara langsung oleh peneliti dari objek penelitian dan data sekunder yaitu data informasi yang telah tersedia atau telah disajikan oleh pihak lain maupun pihak perusahaan. Adapun data-data tersebut meliputi:

1. Data aliran informasi produk botol X
2. Data aliran proses produksi botol X
3. Data banyaknya tenaga kerja/operator
4. Data waktu proses produksi botol X
5. Data jumlah produksi botol X pada periode tertentu

6. Data jumlah *defect* produk botol X
7. Data jenis *defect* produk botol X

3.3.3 Tahap Analisis dan Pembahasan

1. Tahap *Define* (Mendefinisikan)

Tahap *define* merupakan tahapan dalam menentukan masalah serta memberikan batasan dari kegiatan perbaikan. Pada tahap ini dilakukan kegiatan, yaitu identifikasi waktu kerja (*stopwatch time study*), identifikasi aktivitas pada proses produksi botol X berdasarkan jenis aktivitas (VA, NVA, dan NNVA), identifikasi *waste* pada proses produksi botol X menggunakan alat *value stream mapping* yang merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) dalam perusahaan digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, dan merepresentasikan baik aliran material juga aliran informasi.

2. Tahap *Measure* (Mengukur)

Tahap *measure* merupakan tahap kedua pada program peningkatan kualitas DMAIC. Tahap ini dilakukan dengan mengukur *Critical to Quality* (CTQ) pada *waste* yang paling berpengaruh, dan mengukur kapabilitas proses serta level sigma proses atau aktivitas pada *waste* yang paling berpengaruh.

3. Tahap *Analyze* (Menganalisa)

Pada tahap ini ditentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses. Tujuan dari tahap ini adalah mencari faktor-faktor yang apabila dilakukan perbaikan akan memperbaiki proses produksi botol X. Pada tahap ini dibuat *Fishbone Diagram* untuk menganalisis akar permasalahan penyebab *waste* yang paling berpengaruh, dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) untuk mengetahui akar penyebab permasalahan yang kritis dan diprioritaskan untuk diperbaiki dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN).

4. Tahap *Improve* (Memperbaiki)

Pada tahap *improve* diberikan usulan perbaikan dari hasil analisis sebelumnya sehingga dapat meminimasi dan mengeliminasi *waste* dalam kegiatan proses produksi botol X.

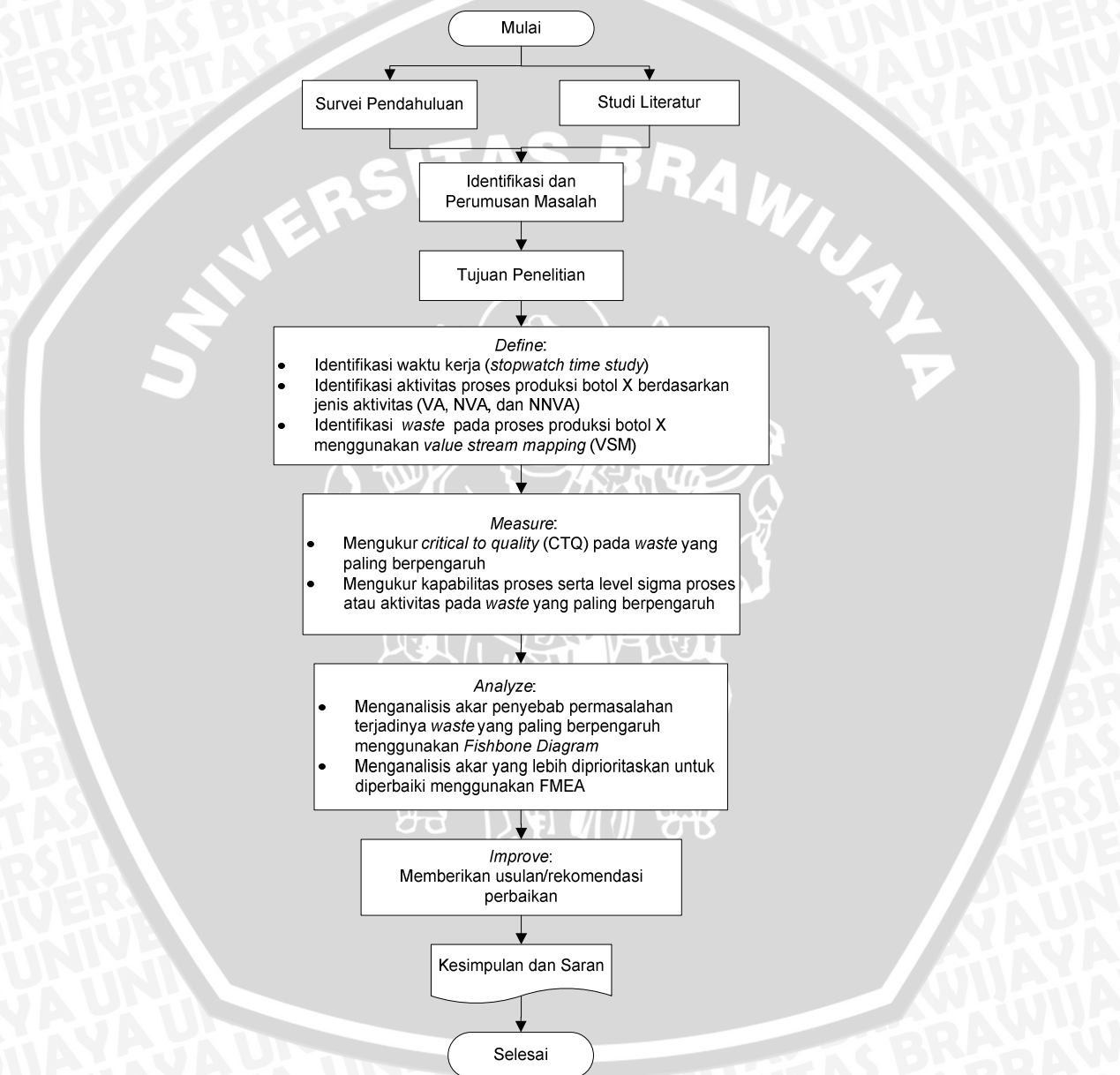
3.3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan ditarik beberapa kesimpulan sebagai jawaban dari rumusan permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Selain itu, juga memberikan saran

sebagai masukan untuk kegiatan produksi di PT. Berlina Tbk Pandaan, khususnya pada kegiatan proses produksi botol X. Serta saran yang diperoleh dari hasil penelitian ini untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan akan diuraikan beberapa hal yang berkaitan dengan tahapan identifikasi waste yang terjadi, mengukur proses saat ini, menginterpretasikan data untuk mendapatkan penyebab terjadinya waste dan pemberian usulan rekomendasi perbaikan.

4.1 Sejarah PT. Berlina Tbk

PT. Berlina Tbk. didirikan pada tahun 1969 berdasarkan Akte Notaris Julian Nimrot Siregar Mangaradja Namora SH No. 35 tanggal 18 Agustus 1969. PT. Berlina Tbk. merupakan jenis perusahaan PMDN yang bertujuan memenuhi konsumen akan produk-produk botol, tutup botol dan kontainer dari material plastik yang berkualitas tinggi.

PT. Berlina Tbk. termasuk perintis industri plastik di Indonesia. Pada masa itu hanya didapati botol-botol transparan yang terbuat dari kaca yang cukup berat dan mudah pecah. Dimulai dengan hanya memiliki satu mesin *Blow Moulding* buatan Jerman bermerk Bekum, kemudian terus tumbuh dan berkembang menjadi pemain utama dalam industri kemasan plastik.

Fokus perusahaan adalah melayani beberapa industri antara lain kosmetik, farmasi, *mould*, sikat gigi dan pelanggan utamanya adalah termasuk perusahaan-perusahaan multinasional. PT. Berlina Tbk. adalah termasuk jenis perusahaan *Job Order* dimana produk dibuat berdasarkan pesanan. Dalam kegiatannya PT. Berlina Tbk. selalu berusaha mengutamakan pelayanan dan kepuasan para pelanggan sesuai dengan motto perusahaan "*The Only Name For Quality Containers*".

Saat didirikan pada tahun 1969 hingga 1973, PT. Berlina Tbk. masih bergabung dengan *Sister Company* PT Kasrie Textile dan mulai tahun 1975 PT Berlina menempati lokasinya sendiri seluas 3 hektar bersebelahan dengan PT Kasrie Textile.

Untuk menunjang kelancaran proses produksi maka pada tahun 1973 didirikan *Mould Shop* yang membuat cetakan untuk botol plastik, yang mana sebelumnya cetakan atau *Mould* masih dipesan dari luar negeri. *Mould Shop* ini merupakan *Mould Shop* yang pertama di Indonesia.

Seiring dengan perkembangan pabrik dan kebutuhan untuk memenuhi pesanan maka pada tahun 1984 didirikan 2 *plant*, yaitu PT Berlina *Plant* satu di daerah Pandaan

dengan alamat Jalan Raya Km 43 Pandaan Pasuruan Jawa Timur dan PT Berlina *Plant* dua di Tangerang Banten dengan alamat Jalan Raya Mauk Km 5 Kampung Pengasinan, Kelurahan Periuk Jaya Kecamatan Jatiuwung Tangerang Banten. Perusahaan saat ini mempekerjakan lebih dari 1390 karyawan dan pelanggan utama meliputi perusahaan multinasional (seperti Unilever, Beiersdorf, Reckitt Benckiser, Danone, Agip, Autochem, Kao, dsb) dan perusahaan nasional (seperti Bahaestex, PIM, Campina, dsb).

4.2 Visi dan Misi PT. Berlina Tbk

Dalam menjalankan usahanya, PT. Berlina Tbk. mempunyai visi dan misi yang akan menjaga kinerja dan tujuan perusahaan. Visi PT. Berlina Tbk. adalah menjadi perintis dan pemimpin dalam industri plastik kemasan dan plastik komponen di Indonesia dan regional. Sedangkan misi PT. Berlina Tbk. adalah berkembang secara menguntungkan melalui kesempurnaan operasional dan kerjasama yang baik dengan pelanggan, dilakukan oleh karyawan yang bersemangat tinggi. Nilai utama PT. Berlina Tbk. antara lain:

1. Memiliki integritas
2. Menjadikan perusahaan yang bereputasi
3. Solusi menang – menang
4. Disiplin – mematuhi aturan

Selain itu, PT Berlina Tbk juga mempunyai strategi utama sebagai berikut:

1. Pertumbuhan minimum 10-20% per tahun dan ekspansi regional.
2. Utilisasi kapasitas untuk efisiensi maksimum > 75%.
3. Terus mengembangkan kualitas dan pelayanan dengan mengimplementasikan 6 Sigma dan *Supply Chain Management* yang solid.
4. Menstandarkan permesinan dan proses *benchmarking* ke standar dunia.
5. Teknologi kepemimpinan *R & D* untuk bahan dan mesin melalui kolaborasi dan inovasi.
6. Menjadi pengusaha terbaik dan warga negara yang baik dan perusahaan di wilayah/industri.

4.3 Usaha Perusahaan

Sebagian besar produk yang dihasilkan perusahaan adalah berupa kemasan plastik yang dipesan langsung untuk kebutuhan industri, karena itu pemasaran dilakukan secara langsung oleh staf perusahaan ke perusahaan yang membutuhkan kemasan plastik untuk

produknya. Khusus untuk sikat gigi merk Jordan dipasarkan melalui PT. Eresindo Jaya Co. Ltd. Sebesar kira-kira 10% produk di ekspor terutama ke Australia.

4.3.1 Produk

Hasil Produksi di PT. Berlina Tbk antara lain adalah :

1. Berbagai macam kemasan plastik untuk industri kosmetik, obat-obatan.



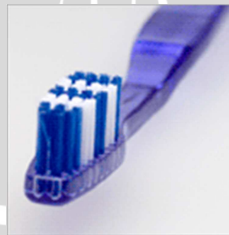
Gambar 4.1 Kemasan Plastik Untuk Industri Kosmetik, Obat-Obatan
Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan (2012)

2. Berbagai macam komponen plastik untuk otomotif, kelistrikan, elektronik dan perlengkapan rumah tangga.



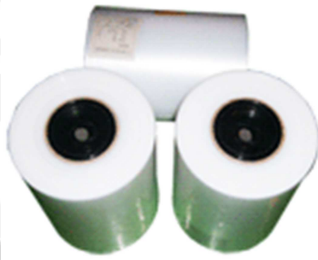
Gambar 4.2 Kemasan Plastik Industri Otomotif, Perlengkapan Rumah Tangga
Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan (2012)

3. Berbagai macam produk plastik misalnya sikat gigi



Gambar 4.3 Kemasan Plastik Untuk Industri Perlengkapan Rumah Tangga
Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan (2012)

4. Film untuk kamera yang terbuat dari bahan dasar LDPE/HDPE.



Gambar 4.4 Kemasan Plastik Untuk Industri Elektronik
Sumber: PT. Berlina Tbk Pandaan (2012)

4.4 Struktur Organisasi

Organisasi adalah salah satu fungsi manajemen di dalam menentukan bagian-bagian di dalam perusahaan untuk mencapai suatu hasil dan menentukan kerjasama yang serasi antara bagian-bagian yang ada. Karena maju mundurnya organisasi yang telah ditentukan sangat tergantung atas kemampuan manusia dalam organisasi.

Bentuk struktur organisasi perusahaan akan berbeda tergantung dari keadaan perusahaan yang bersangkutan serta wewenang dan tanggung jawab dalam melaksanakan pekerjaannya. Untuk itu struktur organisasi yang baik harus dapat menumbuhkan suasana kerja yang baik, dimana kepuasan kelompok maupun individu dapat terwujud.

Adapun bentuk dan struktur organisasi PT. Berlina Tbk. adalah berbentuk lini dimana di dalam struktur organisasi lini wewenang mengalir dari pimpinan ke bawahannya, dan bawahan bertanggung jawab kepada atasan dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.5 Identifikasi Produk

Botol X adalah produk hasil produksi PT. Berlina Tbk Pandaan yang merupakan produk botol plastik kemasan sabun cair. Bahan baku yang dibutuhkan pada proses produksi botol X adalah yaitu:

1. HDPE (*High Density Polyethylene*)

Memiliki tanda segitiga bernomor 2 (dua). Biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, *tupperware*, galon air minum, kursi lipat, dan lain-lain. HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan ataupun minuman yang dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan

yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang.

Di tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton. HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (katalis Ziegler-Natta) dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi. HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (120° C). HDPE sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya digunakan sebagai kemasan deterjen, kemasan susu, tanki bahan bakar, kayu plastik, meja lipat, kursi lipat, kantong plastik, wadah pengangkut beberapa jenis bahan kimia, sistem perpipaan transfer panas bumi, sistem perpipaan gas alam, pipa air, pembungkus kabel, papan luncur salju, dan *tupperware*.

2. *Masterbatch White*

Masterbatch warna putih diformulasikan untuk digunakan dengan polimer poliolefin, yang terbuat dari pigmen anorganik dipilih berdasarkan polimer polietilen dan polipropilen. Zat pewarna ini kompatibel dengan PP, PE, PS, ABS dalam semua proses yang sama. Tapi tidak untuk kontak makanan.

Masterbatch White diaplikasikan untuk proses *injection moulding*, *blow moulding*, pencetakan berputar, pengecoran, pencetakan ekstrusi, dan lain-lain. Selain itu, *Masterbatch White* digunakan pada berbagai variasi produk seperti mainan, otomotif, peralatan rumah tangga, bahan pembungkus seperti tas belanja dan sejenisnya.

Keunggulan *Masterbatch White* antara lain:

1. Memiliki dispersi warna yang bagus
2. Aman dan mudah untuk digunakan
3. Tahan terhadap panas
4. Konsentrasi pigmen tinggi
5. Kompatibel dengan berbagai bahan PE / HDPE / LDPE / PP / ABS / AS / PS / HIPS / PVC / EVA / TPR / UPVC.

4.6 Proses Produksi

Proses pembuatan botol X secara umum sepanjang *value stream* dimulai dari kedatangan bahan baku dari gudang bahan baku, proses produksi, dan pengangkutan ke gudang produk jadi. Detail aktivitas tiap proses adalah sebagai berikut:

1. Proses pencampuran bahan baku (*Mixing*)

Proses dimana material murni dicampur dengan pewarna menggunakan mesin pencampur (*mixing*) yang dioperasikan oleh 1 operator dan 2 orang *helper* untuk memasukkan hasil pencampuran (*mixing*) ke dalam kantong- kantong pembungkus, dalam proses ini membutuhkan waktu 3 menit untuk setiap kali proses pencampuran sebanyak 150 kg bahan material murni. Yang nantinya hasil pencampuran bahan material akan diangkut menuju mesin produksi untuk dilakukan proses meniup (*blowing*) dan dihasilkan produk botol X. Dalam satu hari produksi dibagi menjadi 3 shift kerja yaitu shift pagi, siang dan sore. Untuk jumlah pencampuran bahan baku setiap harinya disesuaikan dengan bon material yang diterima pihak *mixing* dari bagian gudang bahan baku.

2. Proses meniup (*Blowing*)

Proses *blowing* merupakan proses pemesinan yang nantinya akan merubah bahan material hasil *mixing* menjadi produk jadi berupa botol X. Proses *blowing* dimulai dari proses *vacum* untuk mengangkat bahan material yang telah di *mixing* menuju *hopper* mesin. Setelah itu dilakukan proses pembentukan parison yaitu proses merubah bentuk pejal menjadi berongga atau berbentuk selang. Panjang parison dapat diatur atau di sinkronkan dengan *cycle time* mesin, dengan mengatur kecepatan motor penggerak *extruder*. Kemudian dalam proses pembentukan produk, sarana yang diperlukan adalah *mould*, *blowpin* dan udara. Berikut adalah tahapannya:

- 1) Pembentukannya dengan cara memindahkan parison kedalam *mould* kemudian ditiup dengan udara.
- 2) Waktu mulai meniup dan lama meniup diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan *timer*.
- 3) Tekanan udara yang ditiupkan dapat diatur sesuai kebutuhan

3. Proses pengemasan awal (*Packaging*)

Proses pengemasan awal dilakukan setelah produk melewati proses seleksi untuk menghilangkan aval produk dan tes kebocoran. Pengemasan dilakukan hanya pada produk yang dinyatakan lolos seleksi dan tes kebocoran oleh selektor. Pengemasan

awal yaitu dengan memasukkan produk ke dalam box yang kapasitas setiap boxnya adalah sebanyak 280 produk tanpa menyempurnakan tutup box karena masih akan dilakukan proses inspeksi (*acceptance sampling*) oleh bagian QC.

4. Proses pengemasan akhir (*Packaging*)

Proses pengemasan akhir dilakukan saat produk yang sampelnya telah diinspeksi oleh bagian QC dinyatakan lolos dan diberi label *pass on*. Pengemasan akhir yaitu dengan menyempurnakan kemasan sebelumnya yang belum dirapatkan bagian atas box menggunakan perekat.

Aktivitas- aktivitas yang dilakukan dalam proses produksi botol X dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Aktivitas dalam Proses Produksi Botol X

No	Aktivitas	Keterangan
1	Penyimpanan bahan baku di gudang bahan baku	<i>Inventory</i>
2	Inspeksi bahan baku	<i>Inspection</i>
3	Membawa bahan baku ke tempat <i>mixing</i>	<i>Transportation</i>
4	Proses pencampuran (<i>Mixing</i>)	<i>Operation</i>
5	Hasil <i>mixing</i> dibawa menuju mesin <i>blowing</i>	<i>Transportasi</i>
6	Proses peniupan (<i>Blowing</i>)	<i>Operation</i>
7	Transportasi botol hasil <i>blowing</i> melalui <i>conveyor</i>	<i>Transportasi</i>
8	Seleksi produk oleh <i>selector</i> untuk menghilangkan aval	<i>Inspection</i>
9	Tes kebocoran (<i>Leak Detector</i>)	<i>Inspection</i>
10	Pengemasan awal produk yang lolos seleksi	<i>Packaging</i>
11	Menunggu waktu kontrol pihak QC	<i>Waiting</i>
12	Pengecekan oleh QC (<i>Acceptance Sampling</i>)	<i>Inspection</i>
13	Pengemasan akhir produk	<i>Packaging</i>
14	Produk dibawa ke gudang produk jadi	<i>Transportation</i>
15	Produk disimpan di gudang produk jadi	<i>Inventory</i>

4.7 Tahap Identifikasi (*Define*)

Pada tahap ini dilakukan beberapa aktivitas yaitu mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang termasuk *value added* (VA), *necessary but non value added* (NNVA) dan *non value added* (NVA) serta mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi.

4.7.1 Identifikasi Waktu Kerja (*Stopwatch Time Study*)

Dalam penelitian ini, untuk memperoleh waktu standar pada setiap aktivitas produksi botol X digunakan metode *stopwatch time study*. Pengambilan data waktu

dilakukan dengan mengamati kondisi aktual di lantai produksi. Jumlah data yang diambil berdasarkan pada jumlah produksi dalam satu shift kerja yaitu selama 8 jam. Dalam satu shift kerja ditetapkan target produksi berdasarkan *cycle time* mesin sebanyak 5.759 pcs. Sehingga dengan jumlah output produksi tersebut harus diambil sampel pengamatan sebanyak 75 data pengamatan produk sesuai dengan ukuran sampel pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 ANSI/ASQC Z1.9-1993, Inspeksi Normal, Level 3

Banyaknya Produk yang Dihasilkan (unit)	Ukuran Sampel
91-150	10
151-280	15
281-400	20
401-500	25
501-1200	35
1201-3200	50
3201-10000	75
10001-35000	100
35001-15000	150

Sumber: Besterfield, 1998 (dalam Ariani, 2004)

Langkah-langkah pengukuran kerja (*work measurement*) adalah sebagai berikut:

1. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan menggunakan peta kontrol. Pada peta kontrol terdapat nilai batas atas (BKA) dan batas bawah (BKB) yang digunakan untuk mengetahui apakah penyebaran data yang diambil masih berada dalam batas kontrol, data dinyatakan seragam bila pada grafik keseragaman data tidak terdapat data yang keluar dari batas atas (BKA) dan batas bawah (BKB). Langkah-langkah dalam pengujian keseragaman data pada proses produksi botol X adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Waktu Proses Peniupan (*Blowing*) (dalam detik)

Pengamatan	Grup					Jumlah
	1	2	3	4	5	
1	44,53	35,06	34,64	37,78	31,63	
2	39,78	38,25	44,41	45,44	46,13	
3	40,3	37,42	42,4	46,87	39,48	
4	45,4	44,75	45,12	44,94	45,66	
5	36,46	31,4	33,75	39,12	45,25	
6	35,5	31,7	43,7	42,39	46,15	
7	41,66	42,64	43,13	37,4	30,38	
8	36,75	40,25	32,4	35,13	36,4	

Pengamatan	Grup					Jumlah
	1	2	3	4	5	
9	38,48	32,9	41,75	32,31	45,57	
10	32,3	38,25	36,24	46,52	44,43	
11	41,78	45,24	42,12	45,4	43	
12	44,1	46,9	45,1	44,5	38,86	
13	42,93	46,57	42,49	40,15	41,24	
14	44,25	32,33	35,6	37,12	34,64	
15	34,1	42,6	37,68	37,64	43,35	
Jumlah	598,32	586,26	600,53	612,71	612,17	3009,99
Rata-rata	39,888	39,084	40,03533	40,84733	40,81133	200,666

- a. Hitung nilai rata-rata subgrup

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{k} = \frac{200,666}{5} = 40,13 \text{ detik}$$

- b. Hitung standar deviasi data

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - 39,96)^2}{75-1}} = 4,77$$

- c. Hitung standar deviasi rata-rata subgrup

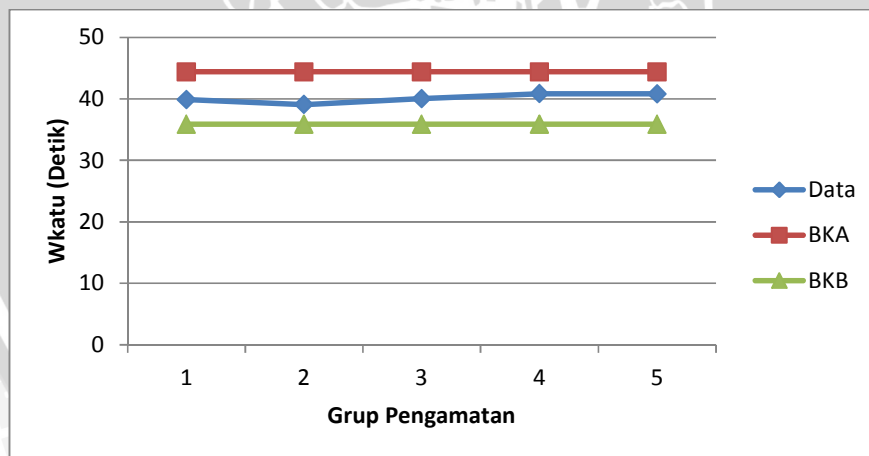
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{4,77}{\sqrt{5}} = 2,13$$

- d. Hitung batas atas dan batas bawah

$$\text{BKA} = \bar{x} + 2\sigma = 40,13 + 2(2,13) = 44,39$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 2\sigma = 40,13 - 2(2,13) = 35,87$$

- e. Hasil data pada peta kontrol



Gambar 4.5 Peta Kontrol Data Waktu Proses Peniupan (Blowing)

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa data berada diantara batas atas dan batas bawah sehingga dapat dikatakan bahwa data seragam. Pengambilan data waktu untuk semua aktivitas dapat dilihat pada Lampiran 3. Sedangkan hasil plot peta kontrol uji keseragaman data semua aktivitas dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil uji keseragaman data setiap aktivitas dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Keseragaman Data

No	Aktivitas	BAK	BKB	Keseragaman Data
1	Membawa bahan baku ke tempat <i>mixing</i>	32,19	28,75	Seragam
2	Proses pencampuran (<i>Mixing</i>)	180	180	Seragam
3	Hasil <i>mixing</i> dibawa menuju mesin <i>blowing</i>	29,96	26,07	Seragam
4	Proses peniupan (<i>Blowing</i>)	44,39	35,87	Seragam
5	Transportasi botol hasil <i>blowing</i> melalui <i>conveyor</i>	30,87	21,75	Seragam
6	Seleksi produk oleh <i>selector</i> untuk menghilangkan aval	4,73	2,82	Seragam
7	Tes kebocoran (<i>Leak Detector</i>)	9,12	6,56	Seragam
8	Pengemasan awal produk yang lolos seleksi	185,81	175,88	Seragam
9	Menunggu waktu kontrol pihak QC	166,74	132,62	Seragam
10	Pengecekan oleh QC (<i>Acceptance Sampling</i>)	704,38	639,81	Seragam
11	Pengemasan akhir produk	66,22	62,9	Seragam
12	Produk dibawa ke gudang produk jadi	167,99	134,56	Seragam

2. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data bertujuan untuk melihat apakah data yang dikumpulkan telah cukup secara statistik atau tidak. Berikut contoh perhitungan uji kecukupan data pada proses peniupan (*blowing*):

Tingkat kepercayaan 95% dengan nilai $k = 1,96$

Derajat ketelitian (s) = 0,05

$$N' = \left\lceil \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right\rceil = \left\lceil \frac{\frac{1,96}{0,05} \sqrt{75 (122482,4) - (3009,99)^2}}{3009,99} \right\rceil = 21,4 = 21 \text{ pengamatan}$$

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa data yang seharusnya diambil adalah 21 data, karena telah diambil 75 data maka data dapat disimpulkan telah cukup. Hasil uji kecukupan data pada setiap aktivitas dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Kecukupan Data

No	Aktivitas	N'	N	Kecukupan Data
1	Membawa bahan baku ke tempat <i>mixing</i>	6	75	Cukup
2	Proses pencampuran (<i>mixing</i>)	75	75	Cukup
3	Hasil <i>mixing</i> dibawa menuju mesin <i>blowing</i>	9	75	Cukup
4	Proses peniupan (<i>blowing</i>)	21	75	Cukup

No	Aktivitas	N'	N	Kecukupan Data
5	Transportasi botol hasil <i>blowing</i> melalui <i>conveyor</i>	57	75	Cukup
6	Seleksi produk oleh <i>selector</i> untuk menghilangkan awal	22	75	Cukup
7	Tes kebocoran (<i>Leak Detector</i>)	51	75	Cukup
8	Pengemasan awal produk yang lolos seleksi	1	75	Cukup
9	Menunggu waktu kontrol pihak QC	25	75	Cukup
10	Pengecekan oleh QC (<i>Acceptance Sampling</i>)	4	75	Cukup
11	Pengemasan akhir produk	1	75	Cukup
12	Produk dibawa ke gudang produk jadi	23	75	Cukup

3. Perhitungan waktu standar

Perhitungan waktu standar diawali dengan menentukan *performance rating* operator pada setiap aktivitas proses produksi. Penentuan *performance rating* dilakukan melalui *brainstorming*. Penentuan *performance rating* operator untuk proses peniupan (*blowing*) pada proses produksi botol X dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Westing House Proses Peniupan (*Blowing*)

Faktor	Kelas	Lamban g	Rating	Indikasi
<i>Skill</i> (Keterampilan)	<i>Good</i>	C1	+ 0,06	Operator dapat mengoperasikan mesin dengan baik
<i>Effort</i> (Usaha)	<i>Good</i>	C2	+ 0,03	Kecepatan operator dalam mengidentifikasi <i>trouble</i> baik
<i>Conditions</i> (Kondisi)	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi tempat kerja rata-rata baik
<i>Consistency</i> (Konsistensi)	<i>Good</i>	C	+ 0,01	Hasil keluaran produk cukup stabil meskipun masi sering terjadi <i>trouble</i>
Jumlah			0,1	
Performance Rating			1,1	

Untuk hasil dari penentuan *performance rating* pada proses-proses yang lain dapat dilihat pada Lampiran 5.

Setelah menentukan *performance rating* operator selanjutnya menentukan faktor kelonggaran (*allowance*). Penentuan *allowance* operator untuk proses peniupan (*blowing*) pada proses produksi botol X dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Faktor *Allowance* Proses Peniupan (*Blowing*)

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran
Tenaga yang dikeluarkan	Tenaga yang dikeluarkan sangat ringan	6%
Sikap Kerja	Berdiri di atas dua kaki	1%
Gerakan kerja	Normal	0
Kelelahan Mata	Pekerjaan yang teliti	2%
Keadaan temperatur tempat kerja	Suhu sangat tinggi diatas 38 derajat	5%
Keadaan atmosfer	Terdapat bau lelehan bijih plastik	3%
Keadaan lingkungan	Keadaan lingkungan bising	2%
Kebutuhan pribadi	Pria	2%
Total		21%

Dari hasil penentuan *allowance* pada proses *blowing* dengan berdasarkan pada kondisi yang ada ditentukan *allowance* sebesar 21%. Penentuan *allowance* pada proses yang lain dapat diketahui pada Lampiran 6. Setelah didapatkan nilai *performance rating* dan *allowance* selanjutnya menghitung waktu normal dan waktu standar tiap proses operasi.

Contoh perhitungan waktu normal dan waktu standar dari proses peniupan (*Blowing*) adalah sebagai berikut:

Waktu Normal (W_n)

$$\begin{aligned}
 W_n &= \text{Waktu rata-rata} \times \text{Performance Rating} \\
 &= 40,13 \times 1,1 \\
 &= 44,14 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Waktu Standar (W_s)

$$\begin{aligned}
 W_s &= \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \\
 &= 44,14 \times \frac{100\%}{100\% - 21\%} \\
 &= 55,87 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.8 ditunjukkan hasil perhitungan waktu normal dan waktu standar untuk setiap proses operasi pada proses produksi botol X.

Tabel 4.8 Data Waktu Normal dan Waktu Standar Proses Operasi

No	Proses	Waktu Rata-rata (detik)	Performance Rating	Waktu Normal (detik)	Allowance	Waktu Standar (detik)
1	Mixing	0,04	1,1	0,044	0,2	0,055
2	Blowing	40,13	1,1	44,14	0,21	55,87
3	Pengemasan Awal	0,65	1,09	0,71	0,17	0,86
4	Pengemasan Akhir	0,3	1,09	0,327	0,18	0,39

4.7.2 Value Stream Mapping

Value stream mapping (VSM) menggambarkan secara keseluruhan aktivitas dalam proses produksi botol X. Dari penggambaran VSM ini dapat diperoleh secara jelas gambaran mengenai aliran informasi, aliran fisik, dan hubungan antara aliran informasi dan aliran fisik. Selain itu juga dapat dijadikan dasar dalam analisis dan rencana perbaikan proses produksi. Langkah yang dilakukan dalam penggambaran VSM adalah mendefinisikan aliran informasi dan aliran material dalam proses produksi botol X.

Aliran informasi berkaitan dengan aliran komunikasi dan informasi yang dilakukan beberapa bagian dalam perusahaan yaitu marketing, gudang bahan baku, PPC, produksi, QC, gudang produk jadi serta konsumen. Sedangkan aliran material berkaitan dengan aliran pemindahan material secara fisik mulai dari pemesanan kepada *supplier*, kedatangan bahan baku, tahapan proses produksi serta proses penyimpanan produk jadi.

4.7.2.1 Aliran Informasi Proses Produksi

Berdasarkan hasil *brainstorming* dan pengamatan yang dilakukan maka aliran informasi proses produksi botol X adalah sebagai berikut:

1. Aliran informasi dimulai dengan datangnya pesanan beserta persyaratan-persyaratan dari *customer* yang diterima oleh bagian *sales executive*.
2. Bagian *sales executive* membuat *production request* dan dikirimkan pada bagian PPIC.
3. Jika sudah diterima dengan baik dan benar oleh pihak PPIC, *request controller* akan memberikan stempel tanggal dan akan memeriksa persediaan *finished goods* dari produk yang diorderkan untuk disesuaikan antara order dan persediaan apakah masih perlu memproduksi lagi atau tidak.
4. Jika tidak perlu memproduksi lagi, bagian *request controller* akan membuat jawaban usulan (*Pre Confirmation*) yang diajukan kepada *Head of PPIC* untuk

disetujui mengenai pengiriman produk jadi ke *customer*.

5. Tetapi, jika masih perlu memproduksi lagi, bagian *request controller* bersama *scheduller* akan membuat jadwal produksi, untuk meletakkan dan mengatur pada mesin mana produk yang di order dapat diproduksi.
6. *Head of PPIC* menerima informasi order/*forecast customer* secara tertulis dari *sales executive*, kemudian melakukan perhitungan mengenai kebutuhan bahan baku material dan bila *stock* di gudang bahan baku tidak mencukupi maka membuat permintaan pembelian material pada bagian *procurement*.
7. *Supplier* menerima pesanan bahan baku material kemudian dilakukan pengiriman bahan baku ke perusahaan. Setelah itu pesanan bahan baku diterima oleh perusahaan dan dimasukkan pada gudang bahan baku.
8. Sebelum bahan baku digunakan maka bagian QC (*Quality Control*) menerima SP beserta COA material dari gudang bahan baku untuk melakukan pengecekan bahan baku apakah telah memenuhi standar bahan baku yang diterima atau tidak. Jika bahan baku tidak memenuhi standar maka bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier* untuk diganti. Sedangkan jika telah memenuhi standar maka bahan baku siap diproses untuk diberikan kepada bagian produksi.
9. Bahan baku yang telah siap dan telah diinspeksi oleh bagian QC selanjutnya akan dikirim ke rantai produksi sehingga bahan baku siap untuk dilakukan pemrosesan lebih lanjut.
10. Bagian gudang bahan baku hanya mengatur keluar masuknya bahan baku material berdasarkan penerimaan OP dan MUV dari bagian *material preparation* ataupun bagian produksi.
11. Bagian produksi menerima bahan baku produksi dengan mengirim OP (order produksi) dan MUV (*material used voucher*) kepada bagian *material preparation* yang bertugas melakukan proses pencampuran bahan (*mixing*) sebelum diproses pada mesin produksi.
12. Bagian produksi menerima *schedule* produksi yang telah dibuat oleh bagian PPC serta bahan baku material produk dari pihak *material preparation* ataupun langsung dari pihak gudang bahan baku. Kemudian dilakukan proses produksi sesuai dengan urutan proses yang ada.
13. Pada beberapa tahapan proses dilakukan inspeksi oleh bagian QC, jika ditemukan produk cacat maka produk tersebut dilakukan pengerjaan ulang (*rework*).
14. Sebaliknya jika produk telah memenuhi standar dan lolos inspeksi maka

selanjutnya dibawa ke gudang produk jadi.

4.7.2.2 Aliran Material Proses Produksi

Berdasarkan hasil *brainstorming* dan pengamatan yang dilakukan maka aliran material proses produksi botol X adalah sebagai berikut:

1. Aliran material dimulai dengan adanya kebutuhan material ke *supplier*.
2. Kedatangan bahan baku dari *supplier* diterima bagian gudang kemudian bagian QC melakukan inspeksi bahan baku berkaitan dengan jumlah dan jenis apakah telah sesuai standar yang ditentukan atau tidak.
3. Apabila bahan baku telah lolos inspeksi oleh bagian QC, maka bahan baku tersebut dapat digunakan untuk proses produksi. Namun apabila tidak lolos inspeksi maka bahan baku tersebut dikembalikan ke *supplier*.
4. Setelah itu bahan baku dibawa ke area produksi dan melalui tahapan proses produksi yaitu:

- a. Proses pencampuran bahan baku (*Mixing*)

Proses dimana material murni dicampur dengan pewarna menggunakan mesin pencampur (*mixing*) yang dioperasikan oleh 1 operator dan 2 orang *helper* untuk memasukkan hasil pencampuran (*mixing*) ke dalam kantong- kantong pembungkus, dalam proses ini membutuhkan waktu 3 menit untuk setiap kali proses pencampuran sebanyak 150 kg bahan material murni. Yang nantinya hasil pencampuran bahan material akan diangkut menuju mesin produksi untuk dilakukan proses peniupan (*blowing*) dan dihasilkan produk botol. Dalam satu hari produksi dibagi menjadi 3 shift kerja yaitu shift pagi, siang dan sore. Untuk jumlah pencampuran bahan baku setiap harinya disesuaikan dengan bon material yang diterima pihak *mixing* dari bagian gudang bahan baku.

- b. Proses peniupan (*Blowing*)

Proses *blowing* merupakan proses pemesinan yang nantinya akan merubah bahan material hasil *mixing* menjadi produk jadi berupa botol X. Proses *blowing* dimulai dari proses *vacum* untuk mengangkat bahan material yang telah di *mixing* menuju *hopper* mesin. Setelah itu dilakukan proses pembentukan parison yaitu proses merubah bentuk pejal menjadi berongga atau berbentuk slang. Panjang parison dapat diatur atau di sinkronkan dengan *cycle time* mesin, dengan mengatur kecepatan motor penggerak *extruder*.

Kemudian dalam proses pembentukan produk, sarana yang diperlukan adalah *mould*, *blowpin* dan udara. Berikut adalah tahapannya:

- 1) Pembentukkannya dengan cara memindahkan parison kedalam *mould* kemudian ditiup dengan udara.
- 2) Waktu mulai meniup dan lama meniup diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan *timer*.
- 3) Tekanan udara yang ditiupkan dapat diatur sesuai kebutuhan

c. Proses pengemasan awal (*Packaging*)

Proses pengemasan awal dilakukan setelah produk melewati proses seleksi dan tes kebocoran. Pengemasan dilakukan hanya pada produk yang dinyatakan lolos seleksi dan tes kebocoran oleh pihak selektor. Pengemasan awal yaitu dengan memasukkan produk ke dalam box yang kapasitas setiap boxnya adalah sebanyak 280 produk tanpa meyempurnakan tutup box karena masih akan dilakukan proses inspeksi (*acceptance sampling*) oleh bagian QC.

d. Proses pengemasan akhir (*Packaging*)

Proses pengemasan akhir dilakukan saat produk yang sampelnya telah diinspeksi oleh bagian QC dinyatakan lolos dan diberi label *pass on*. Pengemasan akhir yaitu dengan menyempurnakan kemasan sebelumnya yang belum dirapatkan bagian atas box menggunakan perekat.

5. Setelah semua proses selesai, produk jadi dibawa menuju gudang produk jadi dan siap didistribusikan ke konsumen.

4.7.2.3 Current State Value Stream Mapping

Current state value stream mapping adalah gambar yang menunjukkan aliran informasi dan material sepanjang *value stream* sebelum dilakukan perbaikan. Gambar *current state value stream mapping* pada proses produksi botol X ditunjukkan pada Lampiran 6. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa masih terdapat waktu untuk aktivitas NVA dan NNVA selain waktu siklus VA sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran proses produksi botol X kurang efektif.

4.7.3 Identifikasi Aktivitas Sepanjang Value Stream

Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui dan menghitung presentase aktivitas-aktivitas yang termasuk kategori *value added*, *necessary but non value added*, dan *non*

value added. Aktivitas- aktivitas proses produksi botol X ditunjukkan pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Identifikasi Aktivitas Proses Produksi Botol X

No	Aktivitas	VA (detik)	NNVA (detik)	NVA (detik)
1	Penyimpanan bahan baku di gudang bahan baku	-	-	3,77
2	Inspeksi bahan baku	-	3,19	-
3	Membawa bahan baku ke tempat <i>mixing</i>	-	0,0013	-
4	Proses pencampuran (<i>mixing</i>)	0,055	-	-
5	Hasil <i>mixing</i> dibawa menuju mesin <i>blowing</i>	-	0,0064	-
6	Proses peniupan (<i>blowing</i>)	55,87	-	-
7	Transportasi botol hasil <i>blowing</i> melalui <i>conveyor</i>	-	26,31	-
8	Seleksi produk oleh <i>selector</i> untuk menghilangkan aval	-	3,77	-
9	Tes kebocoran (<i>Leak Detector</i>)	-	7,84	-
10	Pengemasan awal produk yang lolos seleksi	0,86	-	-
11	Menunggu waktu kontrol pihak QC (WIP pengemasan awal)	-	-	0,23
12	Pengecekan oleh QC (<i>Acceptance Sampling</i>)	-	5,4	-
13	Pengemasan akhir produk	0,39	-	-
14	Produk dibawa ke gudang produk jadi	-	0,077	-
15	Produk disimpan di gudang produk jadi	-	-	4,8
Total Waktu Aktivitas Proses Produksi		57,2	46,59	8,8
Persentase Aktivitas Proses Produksi		50,8%	41,4%	7,8%

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa ada beberapa aktivitas yang tidak bernilai tambah sepanjang *value stream* yaitu sebesar 7,8% merupakan aktivitas NVA (*Non Value Added*) dan 41,4% merupakan aktivitas NNVA (*Necessary but Non Value Added*) sedangkan sisanya sebesar 50,8% dari keseluruhan aktivitas merupakan aktivitas VA (*Value Added*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa sebesar 49,2% aktivitas tidak memberikan nilai tambah terhadap proses produksi botol X.

4.7.4 Identifikasi Waste Sepanjang Value Stream

Berdasarkan hasil *brainstorming* dan penggambaran *current state value stream mapping* yang telah dibuat maka dapat diidentifikasi dari tujuh kategori waste yang sering terjadi pada proses produksi botol X adalah sebagai berikut:

1. Defects

Cacat material maupun cacat produk selalu ditemukan pada proses produksi botol X setelah dilakukan inspeksi oleh pihak *quality control* (QC). Hal ini dapat dilihat dari jumlah *defect* material maupun *defect* produk selama bulan September, Oktober dan November tahun 2012 yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.10 Prosentase Defect Material Botol X

Bulan	Order Bahan Baku (kg)	Trial Bahan Baku (kg)	Prosentase (%)
September	9.625	100	1,04 %
Oktober	17.900	1.025	5,7 %
November	22.225	200	0,9 %
Total	49.750	1.325	7,98 %
Rata-rata	16.584	442	2,7 %

Tabel 4.11 Prosentase Defect Produk Botol X

Bulan	Output (pcs)	Defect (pcs)	Prosentase (%)
September	380.240	2.325	0,61 %
Oktober	269.080	1.798	0,66 %
November	420.120	2.976	0,71 %
Total	1.069.440	7.099	0,66 %
Rata-rata	356.480	2.366	0,22 %

2. Overproduction

Sistem produksi yang digunakan pada PT. Berlina adalah *make to stock*, dimana akan dilakukan proses produksi ketika ada maupun tidak ada permintaan dari *customer*, selain itu juga disebabkan karena botol X merupakan produk yang kontinyu dan dianggap permintaannya stabil. Bagian produksi melakukan aktivitas produksi setelah menerima jadwal produksi selama periode tertentu untuk memenuhi jumlah order *customer* dari pihak PPIC. Jadwal produksi dari pihak PPIC dibuat jika *stock* produk yang ada di gudang tidak mencukupi permintaan *customer*. *Overproduction* terjadi dengan adanya *inventory* pada setiap jumlah produksi yang ditentukan untuk mencegah dan mengantisipasi produk *reject* yang

dihasilkan selama aktivitas produksi. Jika *inventory* masih tersedia, maka akan digunakan untuk memenuhi jumlah order produksi selanjutnya. Biasanya untuk produk dengan material yang harganya sangat mahal seperti galon, *inventory* yang ditetapkan oleh pihak PPIC tidak lebih dari 2% untuk setiap ganti order saja. Akan tetapi pada botol X, pihak PPIC tidak begitu memperhatikan mengenai jumlah *inventory* yang dihasilkan karena sisa produksi hari ini akan diakumulasikan dengan produksi hari berikutnya untuk memenuhi permintaan konsumen. Tabel prosentase *inventory* selama bulan September, Oktober dan November tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Prosentase *Inventory* Produksi Botol X

Bulan	Order Produksi (pcs)	Output Produksi (pcs)	Inventory (pcs)	Prosentase (%)
September	320.000	380.240	60.240	18,8 %
Oktober	275.000	269.080	54.320	19,8 %
November	408.750	420.120	65.690	16,1 %
Total	1.003.750	1.069.440	180.250	17,9 %
Rata-rata	334.583	356.480	60.083	5,9 %

3. *Waiting*

Kegiatan menunggu yang terjadi selama proses produksi botol X berdasarkan *value stream mapping* yaitu menunggu waktu kontrol pihak QC untuk melakukan inspeksi (*acceptance sampling*). Dimana inspeksi QC dilakukan untuk memeriksa dimensi produk yang dihasilkan dari mesin *blowing* apakah telah sesuai dengan spesifikasi produk yang ditentukan atau tidak, selanjutnya berdasarkan hasil penilaian dari pihak QC produk dinyatakan lolos atau tidak dengan pemberian label *pass on* pada produk yang lolos inspeksi QC dan pemberian label *hold* bagi produk yang dinyatakan *reject*. Selain itu kegiatan menunggu yang terjadi selama proses produksi botol X disebabkan oleh beberapa keadaan yang tidak dapat dikendalikan seperti mati listrik dari PLN maupun beberapa keadaan seperti *trouble* mesin, *mould*, *sett up* mesin, koreksi warna, *trial* warna, *preventive maintenance*, menunggu komponen. Data mengenai prosentase *waiting* proses produksi botol X selama bulan September, Oktober dan November tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Prosentase *Waiting* Produksi Botol X

Bulan	<i>Actual Hours</i>	Total Stop Time (jam)	Prosentase (%)
September	556,3	42,72	7,7 %
Oktober	408,7	63,51	15,5 %
November	639,8	91,56	14,3 %
Total	1.604,8	197,79	12,3 %
Rata-rata	534,9	65,93	4,1 %

4. *Transportation*

Kegiatan transportasi yang terjadi pada proses produksi botol X yaitu pada saat membawa bahan baku material menggunakan *hand pallet* berkapasitas 450 kg sedangkan rata-rata setiap hari paling banyak jumlah material yang *dimixing* tidak lebih dari 450 kg ke ruang *mixing* yang letaknya bersebelahan dengan gudang bahan baku dengan jarak 21 m dan dengan waktu 30,47 detik, kemudian membawa hasil *mixing* bahan baku menggunakan *hand pallet* berkapasitas sebesar yaitu 450 kg yang dapat mengangkat hasil *mixing* dalam sekali jalan menuju mesin *blowing* yang terletak di depan ruang *mixing* yang jaraknya 15 m dengan waktu 28,01 detik, serta membawa produk jadi yang dikemas dalam box dan telah dinyatakan lolos oleh QC ke gudang produk jadi menggunakan *forklift* dengan waktu 151,21 detik. Kapasitas *forklift* digunakan tidak hanya untuk satu jenis produk jadi saja pada setiap pengangkutan melainkan beberapa jenis yang dianggap telah selesai dalam proses produksi dan dinyatakan lolos oleh pihak QC. Mengingat jarak antara divisi *blow moulding* dan gudang produk jadi sejauh 80 m maka kegiatan transportasi yang dilakukan dapat meminimasi waktu karena tidak harus menunggu satu jenis produk yang memenuhi kapasitas *forklift*. Selain itu, frekuensi hanya dilakukan 3 kali untuk setiap shiftnya pada waktu yang telah ditentukan yakni pada shift 1 (jam 9, jam 12, dan jam 13.130), pada shift 2 (jam 17, jam 20, dan jam 21.30) serta pada shift 3 (jam 00, jam 03, dan jam 05). Hal ini juga dapat dilihat dari waktu transportasi pada identifikasi aktivitas produksi sebesar 26,39 detik. Waktu tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai waktu yang termasuk *value added* sebesar 57,2 detik. Oleh karena itu jenis pemborosan *transportation* tidak signifikan untuk diamati.

5. *Inventories*

Dalam proses produksi botol X, *waste inventories* dapat dilihat dari adanya WIP pengemasan awal serta *inventory* yang ada di gudang produk jadi karena adanya

safety stock pada setiap proses produksi. WIP pengemasan awal terjadi karena harus menunggu produk yang telah diseleksi dan melewati proses tes kebocoran yang kecepatannya lebih lambat karena proses ini harus dilakukan pada produk satu persatu, sedangkan proses pengemasan yang bisa dilakukan dengan mengambil lebih dari satu produk dalam setiap kali memasukkan ke dalam box yang berkapasitas 280 pcs. Data mengenai prosentase *inventory* dan WIP selama proses produksi botol X bulan September, Oktober dan November tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Prosentase *Inventory* dan WIP Produksi Botol X

Bulan	Output Produksi (pcs)	WIP Pengemasan Awal (pcs)	Inventory GFG (pcs)	Prosentase (%)
September	380.240	1.983	60.240	16,4%
Oktober	269.080	2.017	54.320	20,9%
November	420.120	2.044	65.690	16,1%
Total	1.069.440	6.044	180.250	17,4%
Rata-rata	356.480	2.014	60.083	5,8%

6. Motion

Tabel 4.15 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Seleksi Manual Produk

Tangan Kanan				Tangan Kiri			
No	Gerakan	Kode	Waktu TMU (detik)	No	Gerakan	Kode	Waktu TMU (detik)
1	Memegang pisau penyayat	H	1	1	Mengambil botol yang keluar dari mesin <i>blowing</i>	RE	1
2	Menyayat aval botol	U	2	2	Memposisikan botol sesuai bagian yang disayat	P	2
3	Membuang aval hasil sayatan	RL	1	3	Meletakkan botol yang sudah disayat pada mesin tes kebocoran	M	1
Jumlah Waktu Tangan Kanan			4	Jumlah Waktu Tangan Kanan			4

Tabel 4.16 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Proses Pengemasan Awal

Tangan Kanan				Tangan Kiri			
No	Gerakan	Kode	Waktu TMU (detik)	No	Gerakan	Kode	Waktu TMU (detik)
1	Mengambil box	RE	1	1	Mengambil plastik pembungkus produk	RE	1
2	Memposisikan box	P	2	2	Memposisikan box	P	2
3	Memposisikan plastik didalam box	P	7	3	Memposisikan plastik didalam box	P	7
4	Mengambil lebih dari satu produk yang telah siap dikemas	RE	18	4	Mengambil lebih dari satu produk yang telah siap dikemas	RE	18
Jumlah Waktu Tangan Kanan			31	Jumlah Waktu Tangan Kanan			31

Tabel 4.17 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Proses Pengemasan Akhir

Tangan Kanan				Tangan Kiri			
No	Gerakan	Kode	Waktu TMU (detik)	No	Gerakan	Kode	Waktu TMU (detik)
1	Mengambil box yang berisi produk	RE	2	1	Mengambil box yang berisi produk	RE	2
2	Merapikan plastik dan bagian atas box	P	6	2	Merapikan plastik dan bagian atas box	P	6
3	Menjangkau lakban	RE	2	3	Idle	H	0
4	Melakban box	U	3	4	Memposisikan bagian atas box	H	3
5	Melakban box	U	2	5	Memposisikan bagian samping atas box	P	2
6	Melakban box	U	3	6	Memposisikan bagian samping atas box	P	3
Jumlah Waktu Tangan Kanan			18	Jumlah Waktu Tangan Kanan			16

Pekerjaan dalam proses produksi botol X termasuk kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang. Proses operasi yang terdapat pada produksi botol X yaitu proses *mixing*, proses *blowing*, seleksi manual produk, proses pengemasan awal dan proses pengemasan akhir. Dari hasil identifikasi gerakan tangan kiri kanan pada proses seleksi manual produk, pengemasan awal dan akhir diketahui bahwa gerakan operator sudah cukup seimbang antara tangan kanan dan tangan kirinya, pada proses pengemasan akhir hanya terdapat *idle time* hanya sebesar 2 detik yang sangat kecil jika dibandingkan dengan total waktu yang dibutuhkan. Pada proses *mixing* dan *blowing* prosesnya dilakukan secara otomatis oleh mesin, jumlah operator masing-masing proses hanya ada satu sampai dua orang, hal ini dikarenakan mereka hanya sebagai operator mesin yang hanya mengatur dan menunggu mesin melakukan prosesnya. Operator mesin *mixing* biasanya menangani 3 mesin sekaligus dengan dibantu 1 orang *helper* pada setiap mesinnya, hal ini karena hanya bertugas memasukkan bahan material ke mesin *mixing*, kemudian menjalankan mesin. Sedangkan operator mesin *blowing* mengoperasikan mesin untuk memproduksi botol, karena tingkat pekerjaannya termasuk kategori ringan maka satu operator biasanya menangani 6-7 mesin sekaligus, sedangkan selektor dan operator pengemasan hanya satu orang sudah dapat menangani pekerjaannya secara baik dan biasanya lebih cepat. Oleh karena itu jenis pemborosan *motion* tidak signifikan untuk diamati.

Hasil identifikasi *waste* sepanjang *value stream* mendapatkan empat jenis *waste* yang terjadi pada produksi botol X, yakni *waste defect*, *waste overproduction*, *waste waiting*, dan *waste inventories*.

4.8 Tahap Mengukur (*Measure*)

Pada tahap ini dilakukan beberapa aktivitas yaitu identifikasi dan pengukuran CTQ pada waste yang paling berpengaruh, serta pengukuran DPMO dan level sigma.

4.8.1 Identifikasi *Critical To Quality* (CTQ)

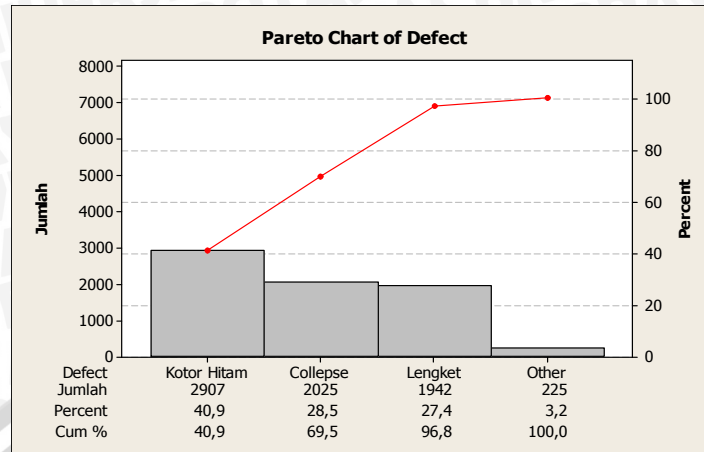
Tujuan identifikasi CTQ adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya waste yang paling utama.

1. CTQ *Defect*

CTQ penyebab terjadinya *defect* material selama bulan September, Oktober dan November 2012 adalah berdasarkan jumlah order bahan baku ke *supplier* sebesar 49.750 kg dan bahan baku yang ditrial oleh QC sebesar 1.325 kg, maka prosentase bahan baku yang ditrial sebesar 7,64% selama 3 bulan atau sebesar 2,55 setiap bulannya. Sehingga terdapat 1 CTQ penyebab waste *defect* material yaitu proses trial bahan baku dari *supplier* sebelum digunakan pada proses produksi botol X. Sedangkan identifikasi CTQ *defect* produk dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis dan jumlah *defect* produk yang terjadi dalam memproduksi botol X selama bulan September, Oktober dan November 2012. Jumlah dan jenis *defect* produk yang dihasilkan dalam proses produksi botol X ditunjukkan pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Jumlah dan Jenis *Defect* Produk pada Proses Produksi Botol X

Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i> (pcs)			Total	Prosentase
	September	Oktober	November		
Kotor hitam	1.145	728	1.034	2.907	40,9%
<i>Collepse</i>	450	515	1.060	2.025	28,5%
Mulut tidak pres	30	-	-	30	0,42%
<i>Bottom</i> nrawang	30	-	-	30	0,42%
Nggandol/Buntu	10	-	-	10	0,14%
Lengket	505	555	882	1.942	27,4%
Tebal tipis	155	-	-	155	2,18%
Garis patah	-	-	-	0	0
Warna < std	-	-	-	0	0
Total	2.325	1.798	2.976	7.099	100%



Gambar 4.6 Diagram Pareto Defect

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4.6, dapat diketahui bahwa 69,5% penyebab terjadinya *waste defect* yang kritis adalah kotor hitam dan *colleps* sehingga terdapat 2 CTQ defect yang paling sering terjadi.

2. CTQ Overproduction

CTQ penyebab terjadinya *overproduction* selama bulan September, Oktober dan November 2012 adalah berdasarkan jumlah order produksi sebesar 1.003.750 pcs dan *output* produksi sebesar 1.069.440 pcs, maka *inventory* yang tersedia sebesar 60.083 atau sebesar 18,25% per bulan dari jumlah produksi yang ditentukan. Sehingga terdapat 1 CTQ penyebab *waste overproduction* yaitu adanya *inventory* pada setiap proses produksi botol X.

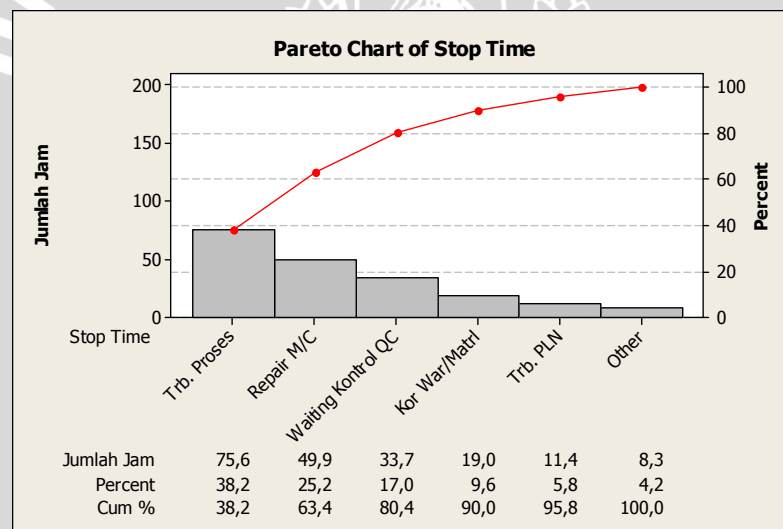
3. CTQ Waiting

Identifikasi CTQ *waiting* dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis *stop time* dan jumlah *stop time* yang terjadi dalam memproduksi botol X selama bulan September, Oktober dan November 2012. Jumlah dan jenis *stop time* yang terjadi dalam proses produksi botol X ditunjukkan pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Jumlah dan Jenis Stop Time Produksi Botol X

Jenis Stop Time	Jumlah Stop Time (jam)			Total	Prosentase
	September	Oktober	November		
Sett Up RI	-	2,7	-	2,7	1,36%
Trb. Proses	21,1	18,4	36,1	75,6	38,2%
Trb. Mould	-	-	3,6	3,6	1,8%
Trial Mould	-	-	-	0	0
Trb. Matrl	-	-	-	0	0

Jenis Stop Time	Jumlah Stop Time (jam)			Total	Prosentase
	September	Oktober	November		
Repair M/C	1,3	21,8	26,8	49,9	25,2%
Trb. PLN	3,5	4	3,9	11,4	5,8%
Prev. Maint	2	-	-	2	1,01%
Kor War/Matrl	3,8	5,4	9,8	19	9,6%
Trial War/Matrl	-	-	-	0	0
Eval Quality	-	-	-	0	0
Tunggu Komp	-	-	-	0	0
Broke M/C	-	-	-	0	0
Waiting Kontrol QC	11,2	11,21	11,36	33,77	17%
Total	42,9	63,51	91,56	197,97	100%



Gambar 4.7 Diagram Pareto Stop Time

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4.7, dapat diketahui bahwa 80,5% penyebab terjadinya *waste waiting* yang kritis adalah *trouble process*, *repair M/C*, dan *waiting kontrol QC* sehingga terdapat 3 CTQ *waiting* yang paling sering terjadi.

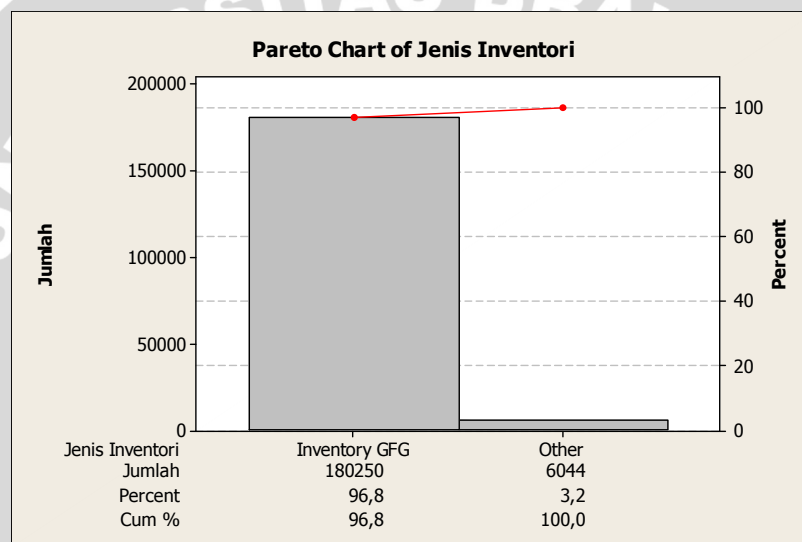
4. CTQ Inventories

Identifikasi CTQ *inventories* dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis *inventories* dan jumlah *inventories* yang terjadi dalam memproduksi botol X selama

bulan September, Oktober dan November 2012. Jumlah dan jenis *inventories* yang terjadi dalam proses produksi botol X ditunjukkan pada Tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Jumlah dan Jenis *Inventory* dan *WIP* Produksi Botol X

Jenis <i>Inventories</i>	Jumlah <i>Inventory</i> (pcs)			Total	Prosentase
	September	Oktober	November		
WIP pengemasan awal	1.983	2.017	2.044	6.044	3,2%
Inventori GFG	60.240	54.320	65.690	180.250	96,8%
Total	62.223	56.337	67.734	186.294	100%



Gambar 4.8 Diagram Pareto *Inventories*

Berdasarkan diagram pareto pada gambar 4.8, dapat diketahui bahwa 96,8% penyebab terjadinya *waste inventories* yang kritis adalah *inventory* GFG maka terdapat 1 CTQ *inventories* yang paling sering terjadi.

4.8.2 Pengukuran DPMO dan Level Sigma

4.8.2.1 Pengukuran *Defect*

Berdasarkan identifikasi CTQ *defect* produk, dapat diketahui penyebab terjadinya *defect* produk yang kritis adalah kotor hitam dan *colleps* sehingga terdapat 2 *Critical to Quality* (CTQ) *defect* produk yang paling sering terjadi. Selanjutnya menentukan besarnya *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan menentukan level sigma dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Tabel 4.21 dan Tabel 4.22 sebagai berikut:

Tabel 4.21 Perhitungan Level Sigma *Waste Defect Material*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Banyaknya jumlah produk yang diperiksa	49.750
2	Banyaknya jumlah produk yang <i>defect</i>	1.325
3	Tingkat kecacatan = $(2)/(1)$	0,0266
4	Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan	1
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik = $(3)/(4)$	0,0266
6	Kemungkinan gagal per satu juta kesempatan = $(5)*1000000$	26.633
7	Konversi DPMO ke level sigma	3,43
8	Kesimpulan	Level sigma = 3,43

Hasil perhitungan DPMO pada *waste defect material* didapatkan level sigma sebesar 3,43 sigma yang berarti bahwa proses masih bisa dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mencapai target enam sigma.

Tabel 4.22 Perhitungan Level Sigma *Waste Defect Produk*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Banyaknya jumlah produk yang diperiksa	1.069.440
2	Banyaknya jumlah produk yang <i>defect</i>	7.099
3	Tingkat kecacatan = $(2)/(1)$	0,0066
4	Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan	2
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik = $(3)/(4)$	0,0033
6	Kemungkinan gagal per satu juta kesempatan = $(5)*1000000$	3.300
7	Konversi DPMO ke level sigma	4,21
8	Kesimpulan	Level sigma = 4,21`

Hasil perhitungan DPMO pada *waste defect produk* didapatkan level sigma sebesar 4,21 sigma yang berarti bahwa proses masih bisa dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mencapai target enam sigma.

4.8.2.2 Pengukuran *Overproduction*

Berdasarkan identifikasi CTQ *overproduction*, dapat diketahui penyebab terjadinya *overproduction* yang kritis adalah terdapat *inventory* dalam setiap proses produksi botol X sehingga terdapat 1 *Critical to Quality* (CTQ) *defect* yang paling sering terjadi. Selanjutnya menentukan besarnya *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan menentukan level sigma dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Tabel 4.23 sebagai berikut:

Tabel 4.23 Perhitungan Level Sigma *Waste Overproduction*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Banyaknya jumlah produk yang diperiksa	1.069.440
2	Banyaknya jumlah produk yang <i>defect</i>	180.250
3	Tingkat kecacatan = $(2)/(1)$	0,168
4	Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan	1
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik = $(3)/(4)$	0,168
6	Kemungkinan gagal per satu juta kesempatan = $(5)*1000000$	168.546
7	Konversi DPMO ke level sigma	2,46
8	Kesimpulan	Level sigma = 2,46

Hasil perhitungan DPMO pada *waste overproduction* didapatkan level sigma sebesar 2,46 sigma yang berarti bahwa proses masih bisa dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mencapai target enam sigma.

4.8.2.3 Pengukuran *Waiting*

Berdasarkan identifikasi CTQ *waiting*, dapat diketahui penyebab terjadinya *waiting* yang kritis adalah *trouble process*, *waiting* kontrol QC, dan *repair machine*. Sehingga terdapat 3 *Critical to Quality* (CTQ) *waiting* yang paling sering terjadi. Selanjutnya menentukan besarnya *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan menentukan level sigma dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Tabel 4.24 sebagai berikut:

Tabel 4.24 Perhitungan Level Sigma *Waste Waiting*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Banyaknya jumlah produk yang diperiksa	1604,8
2	Banyaknya jumlah produk yang <i>defect</i>	197,79
3	Tingkat kecacatan = $(2)/(1)$	0,12
4	Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan	3
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik = $(3)/(4)$	0,04
6	Kemungkinan gagal per satu juta kesempatan = $(5)*1000000$	40.000
7	Konversi DPMO ke level sigma	3,25
8	Kesimpulan	Level sigma = 3,25

Hasil perhitungan DPMO pada *waste waiting* didapatkan level sigma sebesar 3,25 sigma yang berarti bahwa proses masih bisa dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mencapai target enam sigma.

4.8.2.4 Pengukuran *Inventories*

Berdasarkan identifikasi CTQ *inventories*, dapat diketahui penyebab terjadinya *inventories* yang kritis adalah inventori gudang produk jadi (GFG) sehingga terdapat 1 *Critical to Quality* (CTQ) *inventories* yang paling sering terjadi. Selanjutnya

menentukan besarnya *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan menentukan level sigma dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 sebagai berikut:

Tabel 4.25 Perhitungan Level Sigma *Waste Inventories*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Banyaknya jumlah produk yang diperiksa	1.069.440
2	Banyaknya jumlah produk yang <i>defect</i>	186.294
3	Tingkat kecacatan = $(2)/(1)$	0,174
4	Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan	1
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik = $(3)/(4)$	0,174
6	Kemungkinan gagal per satu juta kesempatan = $(5)*1000000$	174.197
7	Konversi DPMO ke level sigma	2,44
8	Kesimpulan	Level sigma = 2,44

Hasil perhitungan DPMO pada *waste inventories* didapatkan level sigma sebesar 2,44 sigma yang berarti bahwa proses masih bisa dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mencapai target enam sigma.

4.9 Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses. Tujuan dari tahap ini adalah mencari faktor-faktor yang apabila dilakukan perbaikan akan memperbaiki proses produksi botol X. Pada tahap ini dibuat Diagram Tulang Ikan (*Fishbone Diagram*) untuk menganalisis akar permasalahan penyebab *waste* yang signifikan, dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) untuk mengetahui akar penyebab permasalahan yang kritis dan diprioritaskan untuk diperbaiki dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN).

Berdasarkan identifikasi *waste* pada tahap *define*, *waste* yang signifikan untuk diamati yaitu *waste defect*, *waste overproduction*, *waste waiting*, dan *waste inventories*.

4.9.1 Analisis Penyebab *Defect*

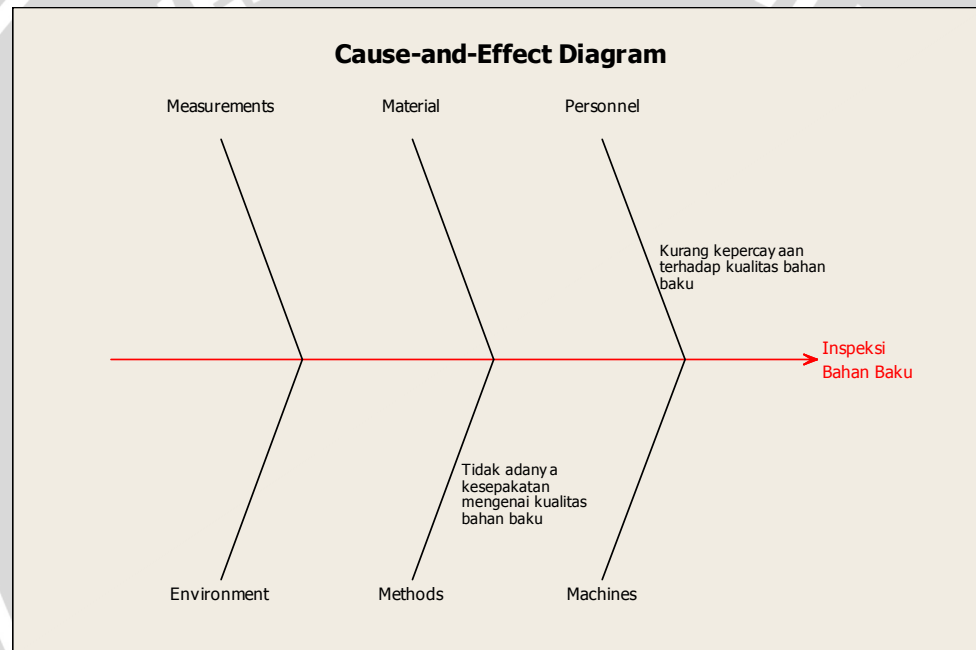
Berdasarkan CTQ *defect material*, maka *defect material* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah *trial* bahan baku dari *supplier* sebelum digunakan pada proses produksi botol X. *Trial* bahan baku merupakan kegiatan untuk memastikan bahan baku yang didatangkan dari *supplier* baik atau tidak kualitasnya. *Trial* bahan baku dilakukan secara *sampling* dari jumlah bahan baku yang dipesan. *Trial* bahan baku disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. *Methods*

Kegiatan *trial* bahan baku dari *supplier* wajib dilakukan pihak QC karena tidak adanya kesepakatan mengenai kualitas bahan baku antara pihak *supplier* dan pihak perusahaan. Kesepakatan yang dimaksud adalah kesepakatan mengenai kepercayaan yang menimbulkan hubungan timbal balik yang baik, sehingga bahan baku yang datang tidak perlu dilakukan inspeksi kembali karena bahan baku sudah terpercaya kualitasnya dan dapat langsung digunakan pada proses produksi.

b. *Man*

Kurangnya kepercayaan pihak QC perusahaan terhadap kualitas bahan baku dari *supplier* menyebabkan kegiatan inspeksi selalu dilakukan untuk memastikan kualitasnya sebelum digunakan pada proses produksi.



Gambar 4.9 *Fishbone Diagram Trial Bahan Baku*

Berdasarkan CTQ *defect* produk, maka *defect* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah kotor hitam dan *colleaps*.

1. *Fishbone diagram* kotor hitam

Defect kotor hitam yaitu dimana terdapat bintik hitam pada produk botol X yang berwarna putih, hal ini dapat terjadi karena kotornya material yang disebabkan beberapa faktor, yaitu sebagai berikut:

a. *Man*

Pada proses *mixing*, ada kotoran dari lingkungan luar yang tidak sengaja masuk ke dalam mesin *mixing* karena penutup *mixer* tidak ditutupkan pada saat *mixing* oleh operator sehingga kotoran masuk dan ikut tercampur dengan material yang nantinya akan diproses pada proses selanjutnya yaitu proses *blowing*. Selain itu, material hasil *mixing* yang berada pada *hoper* mesin *blowing* terkontaminasi kotoran dari luar yang disebabkan penutup *hoper* tidak ditutupkan oleh operator.

b. *Machine*

Material hasil proses *mixing* terkontaminasi oleh kerak *extruder* pada mesin *blowing* saat proses peniupan berlangsung. Kerak pada *extruder* disebabkan oleh keadaan *overheating* mesin yang membuat lelehan-lelehan plastik disekitar *extruder* terkena panas mesin yang berlebihan dan menjadikannya kerak.

c. *Material*

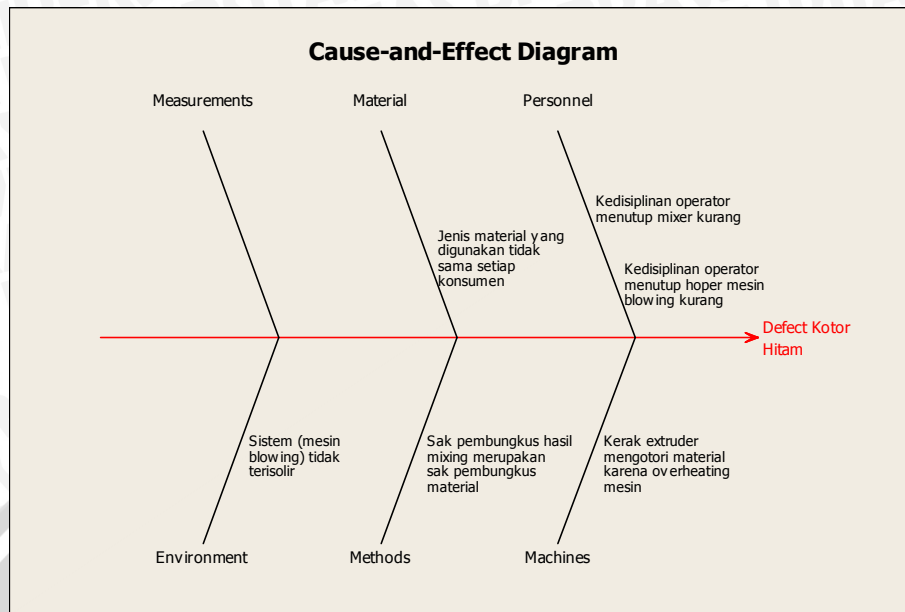
Material yang digunakan kotor. Hal ini disebabkan jenis material yang digunakan untuk setiap produksi berbeda sesuai dengan permintaan konsumen meskipun pada dasarnya perusahaan memiliki standar material yang dianggap baik.

d. *Methods*

Sak pembungkus yang digunakan untuk menampung material hasil *mixing* yang nantinya akan diangkut menuju *hoper* mesin *blowing* merupakan sak bekas.

e. *Environment*

Letak mesin *blowing* yang tidak terisolir disebuah ruangan tersendiri, sehingga kemungkinan masuknya kotoran dari mesin-mesin disekelilingnya dapat terjadi mengingat pada saat mesin beroperasi maka mesin mengeluarkan gas/udara panas yang dapat menerbangkan kotoran disekelilingnya (sistem tidak terisolir).



Gambar 4.10 Fishbone Diagram Kotor Hitam

2. Fishbone diagram colleps

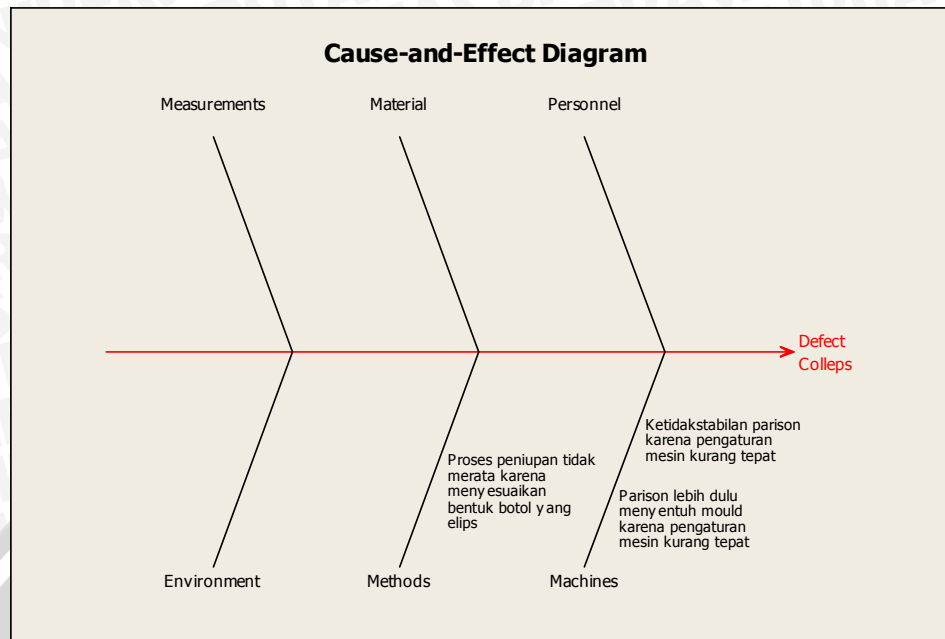
Defect colleps merupakan terjadinya ketidak merataan tebal dinding botol sehingga sisi satu dengan yang lainnya memiliki ketebalan yang berbeda dan menimbulkan kesan bantet. *Defect colleps* dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. Machine

Parison tidak stabil karena pengaturan mesin kurang tepat. Bentuk botol X tidaklah bulat sempurna melainkan berbentuk elips, sehingga parison yang berbentuk bulat harus menyesuaikan dengan bentuk botol yang elips saat proses peniupan. Selain itu, parison yang akan ditiup sudah menyentuh *mould* terlebih dahulu. Menyentuhnya parison ke *mould* menyebabkan parison tidak bisa berkembang sempurna.

b. Methods

Bentuk botol yang elips menyebabkan proses peniupan tidak merata disetiap sisi botol. Sehingga ketebalan dinding botol yang dihasilkan tidak sama antar sisi-sisinya.



Gambar 4.11 Fishbone Diagram Collects

4.9.2 Analisis Penyebab *Overproduction*

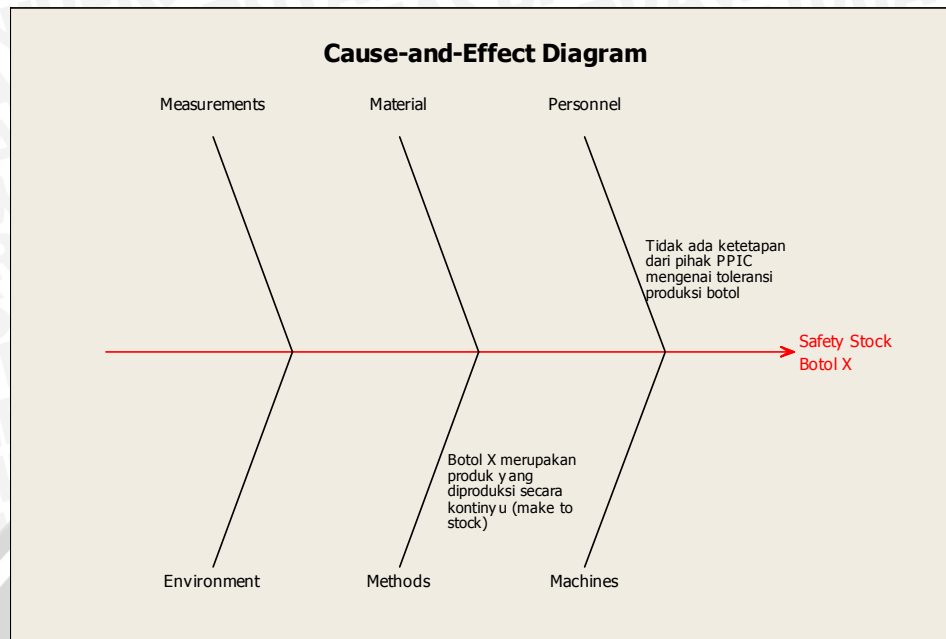
Berdasarkan CTQ *overproduction* produk, maka *overproduction* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah adanya *inventory* pada setiap produksi. *inventory* terjadi karena terdapat cadangan produk yang disebabkan memproduksi botol X tidak sesuai dengan permintaan aktual dari konsumen. *Overproduction* dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. *Man*

Biasanya untuk produk dengan material yang harganya sangat mahal seperti galon, *inventory* yang ditetapkan oleh pihak PPIC tidak lebih dari 2% untuk setiap ganti order saja. Akan tetapi pada botol X, pihak PPIC tidak begitu memperhatikan mengenai jumlah *inventory* yang dihasilkan karena sisa produksi hari ini akan diakumulasikan dengan produksi hari berikutnya untuk memenuhi permintaan konsumen.

b. *Methods*

Botol X merupakan produk yang diproduksi secara kontinyu oleh perusahaan yakni produk diproduksi secara terus menerus atau dengan kata lain bersifat *make to stock*. Bagian produksi hanya melakukan proses produksi sesuai dengan jadwal dan jumlah target produksi setiap harinya dari pihak PPIC.



Gambar 4.12 Fishbone Diagram Inventory

4.9.3 Analisis Penyebab *Waiting*

Berdasarkan CTQ *waiting* produk, maka *waiting* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah *trouble process*, *waiting* kontrol QC, dan *repair machine*.

1. Fishbone diagram trouble process

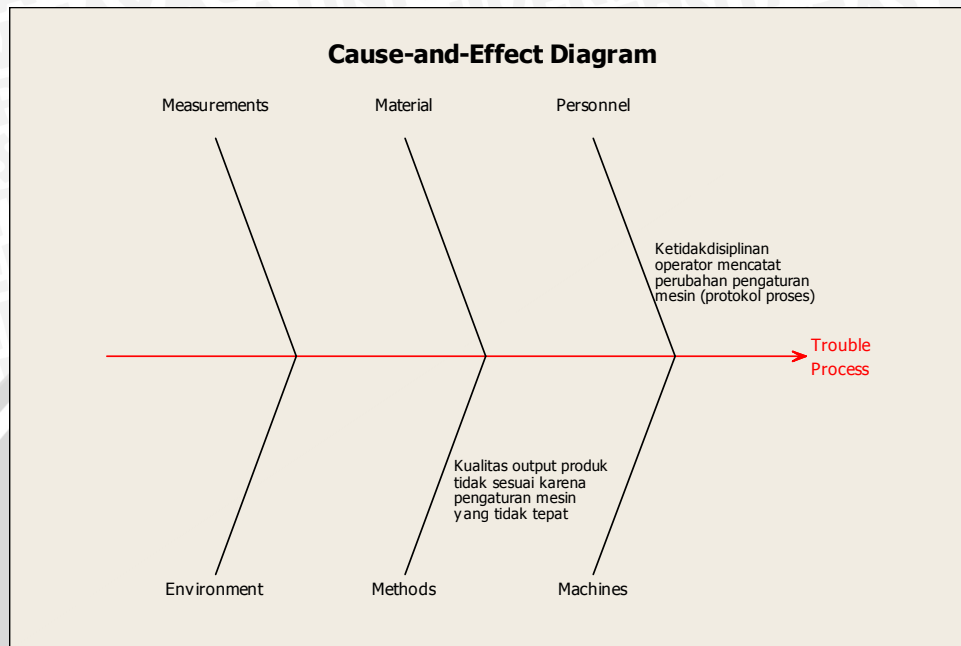
Trouble process merupakan keadaan dimana pada saat proses berlangsung terjadi permasalahan pada proses tersebut seperti pengaturan mesin yang tidak sesuai standar dan lain sebagainya. *Trouble process* dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. Man

Setting mesin yang dilakukan pada saat proses *blowing* berlangsung biasanya tidak serta merta disesuaikan dengan standar operasional prosedur yang telah ada. Oleh karena itu biasanya proses secara fleksibel mengikuti hasil produk yang dihasilkan, tetapi pada saat mengatur ulang mesin seringkali tidak dilakukan pencatatan protokol proses mengenai perubahan sehingga pada saat *shift* berikutnya saat terjadi pergantian operator, operator baru tidak tahu perubahan pengaturan yang terjadi pada *shift* sebelumnya, sehingga proses harus dihentikan selagi melakukan *trial* pada mesin.

b. Methods

Kualitas *output* produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pihak manajemen. Hal ini dikarenakan pengaturan standar mesin tidak sesuai.



Gambar 4.13 *Fishbone Diagram Trouble Process*

2. *Fishbone diagram waiting kontrol QC*

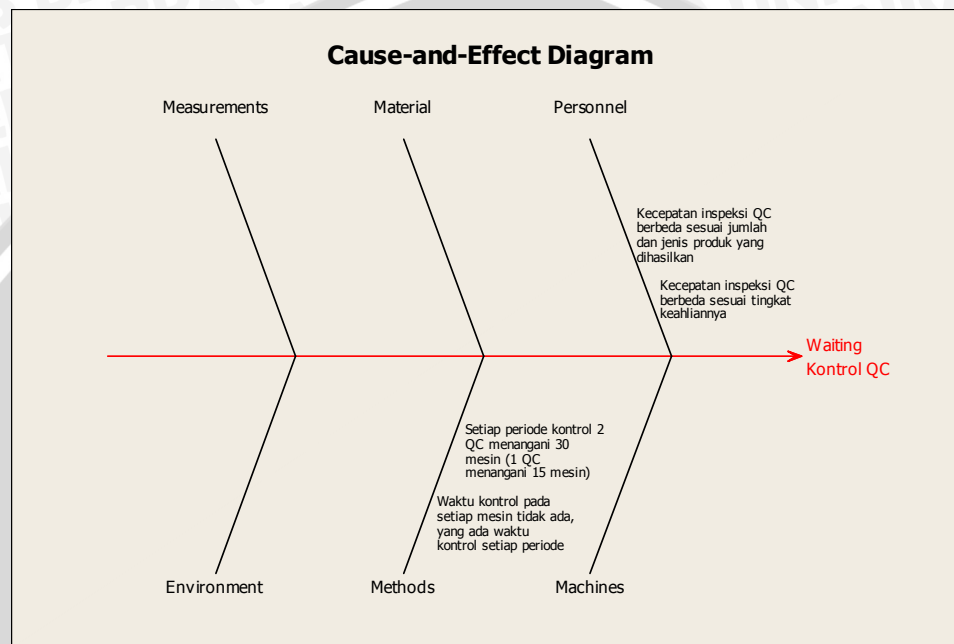
Waiting kontrol QC merupakan keadaan menunggu inspeksi dari pihak QC untuk menyatakan apakah produk yang telah dihasilkan dinyatakan lolos (*pass on*) atau ditahan (*hold*). *Waiting* kontrol QC dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. *Methods*

Waiting kontrol QC pada produk yang telah melewati proses pengemasan awal disebabkan waktu kontrol QC yang dalam 1 shift dilakukan sebanyak 3 kali kontrol tidak dapat diperkirakan secara tepat waktunya pada setiap mesinnya meskipun waktu setiap periode untuk 15 mesin yang ditangani 1 QC sudah ada yakni pada shift 1 (jam 9, jam 12, dan jam 13.130), pada shift 2 (jam 17, jam 20, dan jam 21.30) serta pada shift 3 (jam 00, jam 03, dan jam 05). Hal ini karena pihak QC yang hanya dua orang untuk 30 mesin sehingga untuk setiap kontrol, satu orang QC harus melakukan kontrol produk pada 15 mesin yang ada pada divisi *Blow Moulding*.

b. *Man*

Kecepatan QC dalam melakukan pemeriksaan secara *acceptance sampling* pun juga tidak dapat dipastikan karena sesuai dengan jumlah produk yang dihasilkan pada setiap mesin saat itu serta tingkat ketelitian yang diperlukan pada masing-masing produk. Selain itu keahlian setiap QC juga berbeda satu dengan yang lain.



Gambar 4.14 *Fishbone Diagram* Waiting Kontrol QC

3. *Fishbone diagram repair machine*

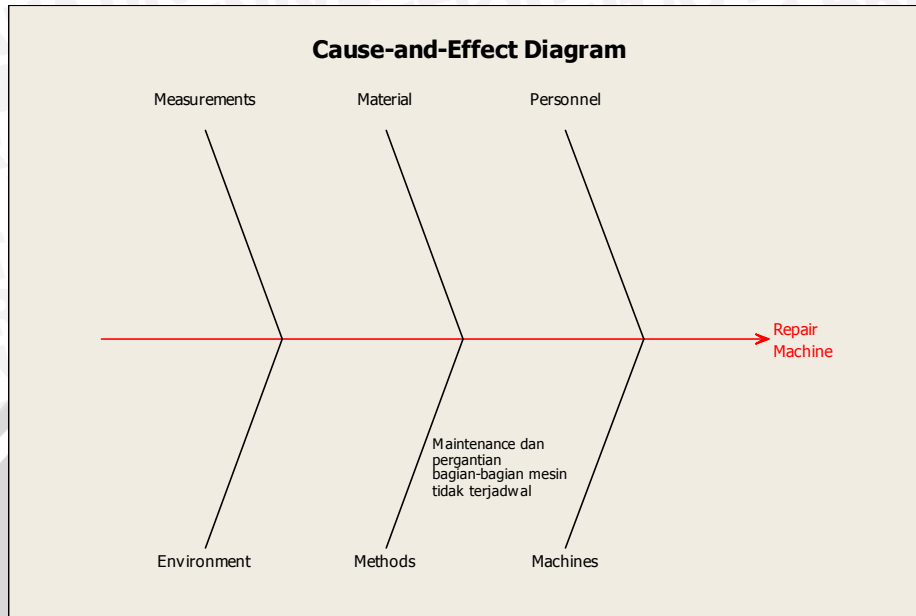
Repair machine dapat terjadi disebabkan oleh faktor sebagai berikut:

a. *Methods*

Repair machine merupakan keadaan yang terjadi ketika proses pemesinan yakni proses *mixing* dan *blowing* belum bisa dilakukan karena terjadi permasalahan pada mesin seperti ada bagian mesin yang harus diganti dan lain sebagainya. Sehingga dengan terjadinya hal ini waktu yang terbuang dan seharusnya dapat menghasilkan produk. Biasanya hal ini terjadi ketika akan dilakukan proses *blowing*, tetapi hidrolik mesin rusak dan harus diganti agar proses bisa berjalan.

Pergantian bagian-bagian mesin tidak ditentukan waktunya dan hanya melihat saat bagian tersebut sudah tidak bisa dipakai kemudian baru dilakukan

penggantian bagian mesin atau dengan kata lain *maintenance* dan penggantian bagian mesin tidak terjadwal.



Gambar 4.15 *Fishbone Diagram Repair Machine*

4.9.4 Analisis Penyebab *Inventories*

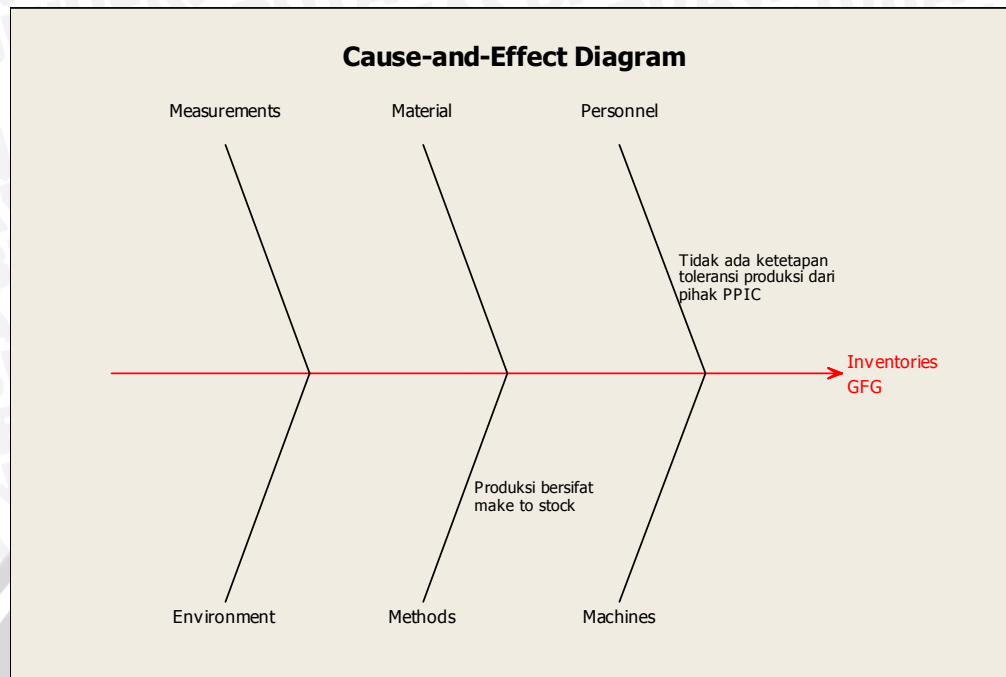
Berdasarkan CTQ *inventories* produk, maka *inventories* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah inventori gudang produk jadi. *Inventory* gudang produk jadi merupakan keadaan dimana terjadinya kelebihan produksi yang menyebabkan adanya penumpukan barang di gudang. *Inventory* gudang produk jadi terjadi disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. *Man*

Tidak adanya ketetapan toleransi produksi pada botol X oleh pihak PPIC, tetapi untuk produk dengan material yang harganya sangat mahal seperti galon, *inventory* yang ditetapkan oleh pihak PPIC tidak lebih dari 2% untuk setiap ganti order saja. Kelebihan produksi digunakan sebagai tambahan pada proses produksi berikutnya, sehingga penyimpanan barang di gudang jumlahnya cukup besar sampai pada waktu pengiriman ke konsumen.

b. *Methods*

Botol X merupakan produk yang diproduksi secara kontinyu oleh perusahaan yakni produk diproduksi secara terus menerus atau dengan kata lain bersifat *make to stock*.



Gambar 4.16 *Fishbone Diagram Inventory Gudang Produk Jadi*

4.10 Pemilihan Prioritas Rekomendasi

Setelah diketahui analisis mengenai akar penyebab terjadinya *waste* kemudian dibuat tabel FMEA untuk mengetahui prioritas perbaikan yang dapat dilakukan dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN). Penentuan *rating* untuk *severity*, *occurrence*, dan *detection* (SOD) dilakukan melalui *brainstorming* dengan kepala departemen produksi dan bagian *Quality Engineer*. Penjelasan mengenai masing-masing SOD adalah sebagai berikut:

1. *Severity*

Severity adalah nilai range 1-10 yang menunjukkan tingkat keseriusan dari *waste* yang terjadi. Semakin besar nilai yang diberikan maka semakin besar tingkat keseriusan *waste* tersebut. Masing-masing kriteria *severity* ditunjukkan pada Tabel 4.26, Tabel 4.27 dan Tabel 4.28 berikut:

Tabel 4.26 Kriteria *Severity Waste Defect*

<i>Rating</i>	<i>Effect</i>	Indikator
1	Tidak ada akibat	Kegagalan produk tidak memiliki pengaruh pada proses produksi
2	Sangat minor	Gangguan sangat kecil pada aktivitas proses produksi Sebagian kecil produk masuk kedalam kualitas kelas dua Operator yang jeli menyadari kegagalan tersebut
3	Minor	Gangguan sangat kecil terhadap aktivitas proses produksi Sebagian produk masuk kedalam kualitas kelas dua Sebagian operator menyadari kegagalan tersebut

Rating	Effect	Indikator
4	Sangat rendah	Gangguan kecil terhadap aktivitas proses produksi Hasil proses harus dipilah dan sebagian masuk keproduk kelas dua Secara umum operator dapat mengetahui kegagalan tersebut
5	Rendah	Gangguan kecil terhadap aktivitas proses produksi Mulai mengganggu proses permesinan
6	Sedang	Gangguan sedang terhadap aktivitas proses produksi Mulai mengganggu proses permesinan
7	Tinggi	Gangguan besar terhadap aktivitas proses produksi Sedikit mengganggu proses permesinan
8	Sangat tinggi	Gangguan besar terhadap aktivitas proses produksi Mengganggu proses permesinan
9	Berbahaya	Gangguan serius terhadap aktivitas proses produksi Mengganggu proses permesinan
10	Sangat berbahaya	Gangguan sangat serius terhadap aktivitas proses produksi Sangat mengganggu proses permesinan

Tabel 4.27 Kriteria *Severity Waste Waiting*

Rating	Effect	Indikator
1	Tidak ada akibat	Tidak terjadi <i>idle time</i>
2	Sangat minor	Terjadi <i>idle time</i> tetapi tidak berpengaruh pada proses produksi
3	Minor	Terjadi <i>idle time</i> dan mulai berpengaruh pada proses produksi
4	Sangat rendah	Terjadi <i>idle time</i> dan berpengaruh pada 1 proses berikutnya
5	Rendah	Terjadi <i>idle time</i> dan berpengaruh pada 2 proses berikutnya
6	Sedang	Terjadi <i>idle time</i> dan berpengaruh pada 3 proses berikutnya
7	Tinggi	Terjadi <i>idle time</i> dan berpengaruh pada 4 proses berikutnya
8	Sangat tinggi	Terjadi <i>idle time</i> dan berpengaruh pada seluruh proses berikutnya
9	Berbahaya	<i>Idle time</i> sangat sering terjadi sehingga proses produksi tidak efektif
10	Sangat berbahaya	Proses produksi tidak dapat dilakukan

Tabel 4.28 Kriteria *Severity waste Overproduction dan Inventories*

Rating	Effect	Indikator
1	Tidak ada akibat	Tidak terjadi <i>safety stock</i>
2	Sangat minor	Terjadi <i>safety stock</i> tetapi sangat kecil sekali, tidak berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan tidak terjadi kerusakan pada produk
3	Minor	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah sedang, tidak berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan tidak terjadi kerusakan pada produk
4	Sangat rendah	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah sedang, sedikit berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan tidak terjadi kerusakan pada produk
5	Rendah	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah sedang, cukup berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan tidak terjadi kerusakan pada produk
6	Sedang	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah besar tetapi gudang masih bisa menampung, cukup berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan terjadi kerusakan pada satu atau dua produk
7	Tinggi	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah besar tetapi gudang masih bisa menampung, cukup berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan terjadi kerusakan pada beberapa produk
8	Sangat tinggi	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah besar dan ada beberapa produk yang tidak bisa ditampung di gudang, sangat

Rating	Effect	Indikator
		berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan beberapa produk rusak
9	Berbahaya	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah besar hingga gudang hanya dapat menampung sebagian produk, sangat berpengaruh pada biaya <i>inventory</i> , dan sebagian produk rusak
10	Sangat berbahaya	Terjadi <i>safety stock</i> dalam jumlah sangat besar hingga gudang tidak dapat menampung produk, biaya <i>inventory</i> sangat besar, dan seluruh produk rusak

2. Occurance

Occurance adalah nilai range dari 1-10 yang menunjukkan frekuensi waste yang terjadi. Semakin besar nilai yang diberikan maka semakin sering waste tersebut terjadi. Masing-masing kriteria *occurance* ditunjukkan pada Tabel 4.29, Tabel 4.30, dan Tabel 4.31 berikut:

Tabel 4.29 Kriteria *Occurance Waste Defect*

Effect	Indikator	Rating
Tidak ada	Tidak terjadi kegagalan	1
Sangat Rendah	Peluang munculnya kegagalan $\leq 0,5 \%$	2
Rendah	Peluang munculnya kegagalan $\leq 1 \%$	3
Sedang	Peluang munculnya kegagalan $\leq 1,5 \%$	4
	Peluang munculnya kegagalan $\leq 2 \%$	5
	Peluang munculnya kegagalan $\leq 2,5 \%$	6
Tinggi	Peluang munculnya kegagalan $\leq 3 \%$	7
	Peluang munculnya kegagalan $\leq 3,5 \%$	8
Sangat tinggi	Peluang munculnya kegagalan $\leq 4 \%$	9
	Peluang munculnya kegagalan $> 4 \%$	10

Tabel 4.30 Kriteria *Occurance Waste Waiting*

Effect	Indikator	Rating
Tidak ada	Tidak terjadi <i>idle time</i>	1
Sangat Rendah	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 2 menit	2
Rendah	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 5 menit	3
Sedang	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 15 menit	4
	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 30 menit	5
	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 45 menit	6
Tinggi	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 1 jam	7
	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 2 jam	8
Sangat tinggi	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 3 jam	9
	Terjadi <i>idle time</i> selama ≤ 3 jam	10

Tabel 4.31 Kriteria *Occurance Waste Overproduction dan Inventories*

Effect	Indikator	Rating
Tidak ada	Tidak terjadi kelebihan produk ($0,1\% \text{ inventory}$)	1
Sangat Rendah	Kelebihan produk <i>inventory</i> $\leq 20\% \text{ safety stock}$	2
Rendah	<i>Inventory</i> $\leq 35\%$	3
Sedang	<i>Inventory</i> $\leq 45\%$	4
	<i>Inventory</i> $\leq 55\%$	5
	<i>Inventory</i> $\leq 65\%$	6

<i>Effect</i>	<i>Indikator</i>	<i>Rating</i>
Tinggi	$Inventory \leq 75\%$	7
	$Inventory \leq 85\%$	8
Sangat tinggi	$Inventory \leq 95\%$	9
	$Inventory \geq 95\%$	10

3. *Detection*

Detection adalah nilai range dari 1-10 yang menunjukkan kemampuan sistem untuk mendeteksi terjadinya *waste*. Semakin kecil nilai yang diberikan menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kegagalan dengan cepat. Masing-masing kriteria *detection* ditunjukkan pada Tabel 4.32 berikut:

Tabel 4.32 Kriteria *Detection*

<i>Effect</i>	<i>Indikator</i>	<i>Rating</i>
Hampir Pasti	<i>Waste</i> dapat diketahui secara langsung	1
Sangat Tinggi	<i>Waste</i> dapat diketahui melalui observasi selama ≤ 10 menit	2
Tinggi	<i>Waste</i> dapat diketahui melalui observasi selama ≤ 20 menit	3
Agak Tinggi	<i>Waste</i> dapat diketahui melalui observasi selama ≤ 30 menit	4
Sedang	<i>Waste</i> dapat diketahui melalui observasi selama ≤ 1 jam	5
Rendah	<i>Waste</i> dapat diketahui melalui observasi selama > 1 jam	6
Sangat Rendah	Membutuhkan alat sederhana dengan akurasi rendah untuk mendeteksi <i>waste</i>	7
Jarang	Membutuhkan alat dengan akurasi tinggi untuk mendeteksi <i>waste</i>	8
Sangat Jarang	Membutuhkan alat yang mahal dan kompleks	9
Hampir Tidak Mungkin	Tidak ada alat yang dapat mendeteksi kegagalan	10

Tabel 4.33 FMEA Prioritas Rekomendasi

Waste	CTQ	Severity	Penyebab Waste	Occurance	Rekomendasi	Detection	RPN
Defect	Trial Bahan Baku	8	Tidak ada kesepakatan dan kepercayaan yang dapat menjamin kualitas bahan baku	8	Menciptakan kepercayaan dan kesepakatan antar <i>supplier</i> dan perusahaan sebagai kerjasama yang dapat menguntungkan kedua belah pihak	1	64
	Kotor Hitam	4	Material kotor karena pada saat proses <i>mixing</i> penutup <i>mixer</i> tidak ditutupkan oleh operator	6	Pembersihan <i>mixer</i> secara berkala dan meningkatkan kedisiplinan operator menutupkan penutup <i>mixer</i> pada saat proses <i>mixing</i> dengan sosialisai	2	48
			Material dalam <i>hoper</i> mesin <i>blowing</i> terkontaminasi kotoran dari luar karena penutup tidak ditutupkan oleh operator		Pembersihan <i>hoper</i> secara berkala dan meningkatkan kedisiplinan operator menutupkan penutup <i>hoper</i> pada saat proses <i>blowing</i> dengan sosialisasi		
			Material terkontaminasi kerak <i>extruder</i> yang dihasilkan pada saat proses <i>blowing</i> akibat <i>overheating</i> mesin		Pembersihan <i>extruder</i> secara berkala dan pengaturan mesin yang sesuai agar <i>overheating</i> mesin tidak terjadi		
			Jenis material berbeda-beda sesuai permintaan dari konsumen		Mengadakan kesepakatan dan pengarahan pada konsumen mengenai jenis material yang baik untuk produk tertentu		
			Material kotor karena sak yang digunakan membungkus material hasil <i>mixing</i> menuju <i>hoper</i> mesin <i>blowing</i> merupakan pembungkus bekas		Sak/karung pembungkus material hasil <i>mixing</i> hendaknya jangan yang bekas (menyediakan pembungkus material hasil <i>mixing</i> yang baru)		
			Sistem (mesin <i>blowing</i>) tidak terisolasi		Mengisolir mesin <i>blowing</i> tergantung jenis produksinya pada satu ruangan seperti pada proses <i>mixing</i>		
	Colleps	4	Parison tidak stabil dimana parison berbentuk bulat yang menyesuaikan botol elips	5	Merekayasa mesin agar bisa menghasilkan parison sesuai bentuk botol yang diinginkan dan menjaga kestabilan parison dengan pengaturan mesin yang tepat	2	40

Waste	CTQ	Severity	Penyebab Waste	Occurance	Rekomendasi	Detection	RPN
			Parison menyentuh <i>mould</i> terlebih dulu		selama proses <i>blowing</i>		
			Proses peniupan (<i>blowing</i>) tidak merata karena botol yang diinginkan berbentuk elips		Pengaturan mesin mengenai jarak <i>mould</i> dan parison yang tepat		
					Merekayasa mesin agar pemerataan proses <i>blowing</i> dapat disesuaikan dengan bentuk botol yang diinginkan		
Overproduction	Safety Stock	5	Tidak ada ketetapan toleransi produksi dari PPIC	3	Menetapkan kebijakan toleransi produksi sebagai <i>safety stock</i> meskipun merupakan produk yang kontinyu produksinya	1	15
			Botol X merupakan produk yang diproduksi secara kontinyu dan bersifat <i>make to stock</i>		Meskipun bersifat <i>make to stock</i> tetapi tetap harus melihat <i>demand</i> berdasarkan <i>forecasting</i>		
Waiting	Trouble Process	8	Pengaturan mesin biasanya fleksibel, dan protokol proses pada saat perubahan pengaturan tidak dibuat oleh operator	7	Peningkatan kedisiplinan operator dalam menuliskan protokol proses pada saat perubahan pengaturan dilakukan	5	280
			Kualitas <i>output</i> produk tidak sesuai spesifikasi manajemen		Peningkatan kedisiplinan operator dalam melakukan pengaturan mesin sesuai dengan standar produksi yang ditetapkan pada produk serta kepekaan operator dalam melakukan pengaturan mesin yang fleksibel mengikuti output produk		
	Waiting Kontrol QC	8	Kecepatan inspeksi QC tidak sama setiap mesin tergantung <i>output</i> setiap mesin dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan masing-masing produk serta tingkat keahlian setiap QC	4	Pembatasan waktu inspeksi agar lebih teratur waktu pada setiap mesinnya dengan jadwal inspeksi dan jumlah produk yang diinspeksi serta melakukan pelatihan dan sosialisasi mengenai proses inspeksi yang cepat dan tepat	3	96
			Waktu kontrol pada setiap mesin tidak ada, yang ada hanya waktu kontrol setiap periode untuk beberapa mesin sekaligus		Pembuatan jadwal inspeksi masing-masing mesin sesuai waktu dan jumlah produk yang diinspeksi		

Waste	CTQ	Severity	Penyebab Waste	Occurance	Rekomendasi	Detection	RPN
			Setiap periode kontrol, 2 pihak QC menangani 30 mesin yang artinya 1 pihak QC menangani 15 mesin		Jika memang dengan jumlah pihak QC yang hanya 2 orang dalam setiap kontrol tidak bisa secara efektif memenuhi batasan waktu periode kontrol, penambahan pihak QC bisa dilakukan disesuaikan dengan kecepatan inspeksi setiap mesinnya.		
	Repair Mesin	8	Tidak ada batasan waktu mengenai penggantian bagian-bagian mesin (<i>maintenance</i> tidak terjadwal)	5	Menetapkan jadwal berkala mengenai pergantian bagian- bagian mesin dan tidak hanya melihat saat bagian tersebut sudah tidak bisa dipergunakan kemudian baru diganti. Penggantian bagian mesin hendaknya memperhatikan umur teknis bagian mesin dapat beroperasi maksimal, jika sudah tiba masa gantinya, rusak atau tidak tetap harus diganti.	4	160
Inventories	Inventori Gudang Produk Jadi	5	Tidak adanya ketepatan toleransi produksi oleh pihak PPIC terhadap botol X	3	Menetapkan kebijakan toleransi produksi sebagai <i>safety stock</i> meskipun merupakan produk yang kontinyu produksinya	1	15
			Produksi botol X bersifat <i>make to stock</i>		Meskipun bersifat <i>make to stock</i> tetapi tetap harus melihat <i>demand</i> berdasarkan <i>forecasting</i>		

Berdasarkan tabel FMEA diatas, dapat diketahui bahwa pada *waste defect* RPN tertinggi yaitu *trial* bahan baku dan *defect* kotor hitam, pada *waste overproduction* karena hanya ada satu *waste* maka RPN tertinggi pada *inventory*, pada *waste waiting* RPN tertinggi yaitu *trouble proses*, serta pada *waste inventories* karena hanya ada satu *waste* maka RPN tertinggi pada *inventory* gudang produk jadi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis *waste* dengan RPN tertinggi dapat diprioritaskan untuk diberikan rekomendasi perbaikan.

4.11 Tahap *Improve*

Tahap *improve* dilakukan untuk menentukan tindakan perbaikan dalam rangka mengurangi *waste*. Dalam tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan *root cause* dari *waste* yang terjadi.

1. Rekomendasi Perbaikan *Defect*

Berdasarkan penilaian tabel FMEA oleh pihak manajemen PT. Berlina Tbk, maka *waste defect* material yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah proses *trial* bahan baku dari *supplier*. Rekomendasi dapat diberikan dengan melihat beberapa faktor penyebab sebagai berikut:

a. *Methods*

Proses inspeksi bahan baku tidak perlu dilakukan jika terdapat kepercayaan akan kualitas bahan baku oleh pihak perusahaan terhadap pihak *supplier*, kepercayaan ini dapat dibangun dengan membuat kesepakatan antar kedua belah pihak yang mengacu pada hubungan kerja sama menguntungkan.

b. *Man*

Menciptakan kepercayaan mengenai kualitas bahan baku dari *supplier*, sehingga bahan baku yang datang tidak perlu dilakukan inspeksi kembali karena bahan baku sudah terpercaya kualitasnya dan dapat langsung digunakan pada proses produksi.

Berdasarkan penilaian tabel FMEA oleh pihak manajemen PT. Berlina Tbk, maka *defect* produk yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah kotor hitam. Rekomendasi dapat diberikan dengan melihat beberapa faktor penyebab sebagai berikut:

a. *Man*

Pada saat proses *mixing*, agar kotoran tidak masuk pada mesin *mixing* yang dapat mengotori material hendaknya harus selalu menutupkan penutup *mixer*, dapat ditingkatkan dari kedisiplinan operator di ruang *mixing*. Pembersihan *mixer* secara berkala juga harus dilakukan, jika *air compressor* tidak dapat membersihkan secara sempurna, penyediaan *vacum* sebagai pembersih akan semakin efektif dan efisien.

Pembersihan *hoper* secara berkala serta kedisiplinan operator untuk selalu menutup *hoper* mesin secara tepat, rapat dan sempurna juga harus ditingkatkan agar material yang berada dalam wadah penampung (*hoper*) tidak terkontaminasi kotoran yang ada di sekeliling mesin *blowing*.

b. *Machine*

Agar material yang diproses di mesin *blowing* tidak terkontaminasi kerak dari *extruder* mesin, harus dilakukan pembersihan/*maintenance* mesin secara berkala jika memang penyebab kerak yaitu *overheating* mesin tidak dapat dirubah temperatur atau suhunya karena sudah sesuai dengan standar operasional prosedur yang berlaku. Namun jika masih bisa diminimalisir, dapat dilakukan pengaturan mesin yang sesuai agar tidak terjadi *overheating* mesin yang dapat menimbulkan kerak.

c. *Material*

Meskipun setiap konsumen sudah memiliki kepercayaan sendiri mengenai jenis material yang akan digunakan, hendaknya pihak perusahaan memberikan pengarahan awal mengenai jenis material yang baik untuk memproduksi produk tertentu.

d. *Methods*

Menyediakan pembungkus baru untuk digunakan sebagai pembungkus material hasil *mixing* yang akan diangkut menuju *hoper* mesin *blowing*, karena sak/karung bekas sangat rentan terdapat kotoran didalamnya.

e. *Environment*

Mengisolir mesin *blowing* pada satu ruangan tersendiri yang terdiri hanya beberapa mesin saja dengan jenis produk yang dihasilkan sama agar kemungkinan terkontaminasi kotoran dari mesin sekelilingnya yang berbeda jenis produk yang diproduksi dapat terminimalisir karena lain jenis produk maka lain pula proses produksinya pada suatu mesin.

2. Rekomendasi Perbaikan *Overproduction*

Berdasarkan penilaian tabel FMEA oleh pihak manajemen PT. Berlina Tbk, maka *waste overproduction* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah adanya *inventory* pada setiap produksi. Rekomendasi dapat diberikan dengan melihat beberapa faktor penyebab sebagai berikut:

a. *Man*

Inventory yang berlebihan dapat dihindari dengan penetapan kebijakan toleransi produksi oleh pihak PPIC. Meskipun botol X merupakan produk yang diproduksi secara kontinyu dan diproduksi secara terus menerus.

b. *Methods*

Meskipun proses produksi botol X bersifat *make to stock* yang setiap kelebihan produksi nantinya digunakan sebagai tambahan bagi kekurangan pada produksi selanjutnya, tetapi akan lebih terorganisir jumlahnya ketika ada kebijakan toleransi produksi seperti pada produk lain yang memiliki ketetapan toleransi produksi sebesar kurang lebih 2% dari jumlah produksinya. Sehingga dalam memproduksi juga tetap harus melihat *demand* berdasarkan *forecasting*.

3. Rekomendasi Perbaikan *Waiting*

Berdasarkan penilaian tabel FMEA oleh pihak manajemen PT. Berlina Tbk, maka *waste waiting* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah *trouble process*. Rekomendasi dapat diberikan dengan melihat beberapa faktor penyebab sebagai berikut:

a. *Man*

Peningkatan kedisiplinan operator dalam menuliskan protokol proses pada saat perubahan pengaturan dilakukan, hal ini akan lebih mempermudah monitoring jika terjadi pergantian operator dan melakukan perubahan pengaturan mesin yang terkadang tidak serta merta sesuai dengan standar yang ada melainkan fleksibel mengikuti kualitas produk yang dihasilkan.

b. *Methods*

Peningkatan kedisiplinan operator dalam melakukan pengaturan mesin sesuai dengan standar produksi yang ditetapkan pada produk serta kepekaan operator dalam melakukan pengaturan mesin yang fleksibel mengikuti kualitas output produk yang dihasilkan. Sehingga operator harus lebih bertanggung jawab atas pekerjaannya dan berfikir bahwa jika produksi terhenti beberapa saat maka kerugian juga akan terjadi karena kehilangan waktu.

4. Rekomendasi Perbaikan *Inventories*

Berdasarkan penilaian tabel FMEA oleh pihak manajemen PT. Berlina Tbk, maka *waste inventories* yang memiliki prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu adalah *inventory* gudang produk jadi. *Inventory* pada gudang produk jadi secara langsung berkaitan dengan

hasil produksi, apabila hasil produksi dapat terkontrol dengan baik karena adanya batas toleransi produksi, maka *inventory* produk juga tidak melebihi kapasitas gudang. Rekomendasi dapat diberikan dengan melihat beberapa faktor penyebab sebagai berikut:

a. *Man*

Inventory gudang produk jadi yang berlebihan dapat dihindari dengan penetapan kebijakan toleransi produksi oleh pihak PPIC. Meskipun botol X merupakan produk yang diproduksi secara kontinyu dan diproduksi secara terus menerus. Sehingga jumlah *inventory* yang dihasilkan tidak berlebihan.

b. *Methods*

Meskipun proses produksi botol X bersifat *make to stock* yang setiap kelebihan produksi nantinya digunakan sebagai tambahan bagi kekurangan pada produksi selanjutnya, tetapi akan lebih terorganisir jumlahnya ketika ada kebijakan toleransi produksi seperti pada produk lain yang memiliki ketetapan toleransi produksi sebesar kurang lebih 2% dari jumlah produksinya. Sehingga dalam memproduksi juga tetap harus melihat *demand* berdasarkan *forecasting*.

4.12 *Future State Value Stream Mapping*

Setelah diberikan beberapa rekomendasi perbaikan terkait dengan *waste* yang terjadi sepanjang *value stream* proses produksi botol X, maka dibuat *future state value stream mapping* kondisi setelah adanya rekomendasi perbaikan. Dengan pembuatan *future state value stream mapping*, dapat diketahui perbedaan yang terjadi setelah adanya rekomendasi perbaikan. *Future state value stream mapping* untuk proses produksi botol X dapat dilihat pada Lampiran 8. Dari lampiran tersebut dapat dilihat bahwa ada beberapa aktivitas NVA dan NNVA yang dapat dilakukan minimasi waktu sehingga waktu yang dibutuhkan lebih efektif.

4.13 *Tahap Control*

Pada pembahasan mengenai proses produksi botol X sebelumnya tidak dapat dilakukan *control* mengenai usulan rekomendasi perbaikan yang dibuat dikarenakan tidak memiliki kewenangan mengimplementasikan hasil *improvement*. Oleh karena itu, tahapan *control* pada proses produksi botol X ini belum dapat dilakukan diperusahaan.

BAB V PENUTUP

Pada bagian penutup ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian serta saran yang dapat diberikan pada perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi botol X di PT. Berlina Tbk Pandaan adalah sebagai berikut:

1. *Waste* yang terjadi pada proses produksi botol X diantara ketujuh kategori *waste* yang diidentifikasi adalah *waste defect*, *waste overproduction*, *waste waiting*, dan *waste inventories*.
2. Berdasarkan analisis faktor-faktor penyebab *waste* dengan menggunakan *Fishbone Diagram*, ditemukan beberapa akar permasalahan sebagai berikut:
 - a. Proses *trial* bahan baku pada *waste defect* material disebabkan karena tidak adanya kesepakatan mengenai kualitas bahan baku antara perusahaan dan *supplier* yang mengakibatkan tidak timbulnya kepercayaan bagi pihak perusahaan terhadap kualitas bahan baku. *Defect* produk kotor hitam disebabkan karena tidak ditutupnya *mixer*, tidak ditutupnya *hoper*, material terkontaminasi kerak *extruder*, jenis material yang digunakan berbeda sesuai dengan permintaan konsumen, plastik pembungkus material hasil *mixing* merupakan plastik bekas serta sistem (mesin *blowing*) tidak terisolir. Sedangkan untuk *defect* produk *colleps* disebabkan karena ketidakstabilan *parison* sehingga proses peniupan tidak merata.
 - b. *Overproduction (inventory)* disebabkan karena tidak adanya ketetapan dari pihak PPIC mengenai jumlah *inventory* pada produk kontinyu seperti botol X dan proses produksi bersifat *make to stock*.
 - c. *Waiting trouble process* disebabkan karena ketidakdisiplinan operator untuk mencatat perubahan pengaturan mesin dan kualitas *output* produk yang tidak sesuai spesifikasi. *Waiting* kontrol QC disebabkan oleh kecepatan inspeksi pihak QC tidak sama, setiap QC memiliki keahlian yang berbeda, hanya ada 1 pihak QC dalam satu periode inspeksi serta tidak adanya waktu kontrol yang tepat pada setiap mesin. *Waiting repair machine* disebabkan oleh tidak adanya ketetapan waktu pergantian berkala untuk bagian-bagian mesin (*maintenance* tidak terjadwal).

- d. *Inventory* gudang produk jadi disebabkan kelebihan produksi digunakan sebagai tambahan pada proses produksi berikutnya, sehingga penyimpanan barang di gudang jumlahnya cukup besar sampai pada waktu pengiriman ke konsumen.
3. Berdasarkan tabel FMEA hasil *brainstorming* dengan kepala bagian produksi dan *Quality Engineer*, jenis *waste* yang memiliki nilai RPN tertinggi dapat diprioritaskan untuk diberikan usulan perbaikan. Usulan perbaikan pada masing-masing *waste* yang terjadi adalah sebagai berikut:
 - a. Proses *trial* bahan baku pada *waste defect* material dapat diberikan usulan perbaikan yaitu menciptakan kepercayaan kualitas bahan baku antara perusahaan dan *supplier* dengan membuat kesepakatan antar kedua belah pihak yang mengacu pada hubungan kerja sama menguntungkan mengenai kualitas bahan baku dari *supplier*. *Defect* kotor hitam dapat diminimasi dengan meningkatkan kedisiplinan operator menutup *mixer* dan *hoper* mesin, pembersihan *mixer* dan *hoper* secara berkala juga harus dilakukan, hendaknya pihak perusahaan memberikan pengarahan awal mengenai jenis material yang baik untuk memproduksi produk tertentu, menyediakan pembungkus baru untuk digunakan sebagai pembungkus material hasil *mixing* yang akan diangkut menuju *hoper* mesin *blowing* serta mengisolir sistem (mesin *blowing*).
 - b. *Inventory* pada *waste overproduction* dapat diminimasi dengan dibuatnya kebijakan toleransi produksi seperti produk yang tidak bersifat kontinyu sebesar 2% agar lebih terorganisir jumlahnya.
 - c. *Trouble process* pada *waste waiting* dapat diberikan usulan perbaikan yaitu peningkatan kedisiplinan operator dalam menuliskan protokol proses pada saat perubahan pengaturan dilakukan, serta kepekaan operator dalam melakukan pengaturan mesin yang fleksibel mengikuti kualitas output produk yang dihasilkan.
 - d. *Inventory* gudang produk jadi pada *waste inventories* dapat diberikan usulan perbaikan yaitu karena berkaitan dengan hasil produksi, apabila hasil produksi dapat terkontrol dengan baik karena adanya batas toleransi produksi, maka *inventory* produk juga tidak melebihi kapasitas gudang.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada bagian ini ditujukan kepada perusahaan serta untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Implementasi *Lean Sigma* perlu dilaksanakan secara berkesinambungan. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan implementasi *Lean Sigma* dalam keseluruhan bagian produksi dalam rangka mencapai *Lean Manufacturing* dan level kinerja 6 sigma.
2. Perlunya peningkatan kinerja dan motivasi karyawan PT. Berlina Tbk Pandaan berupa pemberian *reward* atau insentif dalam rangka mendorong karyawan untuk aktif memberikan ide perbaikan terhadap kondisi perusahaan saat ini.
3. PT. Berlina Tbk Pandaan perlu merekap jenis *waste* agar dapat diketahui jenis *waste* yang paling sering terjadi sehingga dapat segera diberikan usulan perbaikan sesuai dengan prioritas dari jenis *waste* yang terjadi.
4. Penelitian selanjutnya kan lebih baik jika dapat menerapkan hingga langkah kerja *control* dari siklus DMAIC sehingga dapat diketahui peningkatan kinerja proses. Selain itu, beberapa usulan perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini, baik yang terkait dengan *Lean Sigma* maupun tidak, dapat dijadikan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggawisastra, R., Cakraatmaja, J. H., Satalaksana, I. Z. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- Ariani, Dorothea Wahyu. 2003. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: ANDI.
- Arizona, Reza. 2011. *Peningkatan Kualitas Proses Produksi Kikir Dengan Pendekatan Lean Six Sigma di PT. X, Sidoarjo*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Brue, Greg. 2002. *Six Sigma for Managers : Dasar- dasar Six Sigma, memilih orang dan proyek, menerapkan metodologi dan penerapan*. Jakarta : Canary.
- Cavanagh, R. R., Neuman, R. P., Pande, P. S. 2002. *The Six Sigma Way- Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: ANDI.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2006. *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2008. *The Executive Guide To Implementing Lean Six Sigma*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hines, Peter, & Taylor. 2000. *Going Lean, Lean Enterprise Research Centre*. Cardiff Business School. UK.
- Montgomery, Douglas C. 1990. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Terjemahan Zanzawi Soejoeti. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Pande, P., & Holpp, L. 2003. *What Is Six Sigma Berpikir Cepat Six Sigma*. Terjemahan Dwi Prabantini. Yogyakarta: ANDI.
- Syahindri, Putri Kartika Riesky. 2010. *Pedekatan Lean Sigma Sebagai Upaya Untuk Meminimasi Waste Pada Proses Pengemasan Industri Farmasi (Studi Kasus di PT. Surya Dermanto Medica Laboratories Surabaya)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Tunggal, Amin Widjaja. 2009. *Dasar-dasar Operations and Supply Chain Management*. Jakarta: Harvarinda.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1

Tabel Penilaian *Allowance*

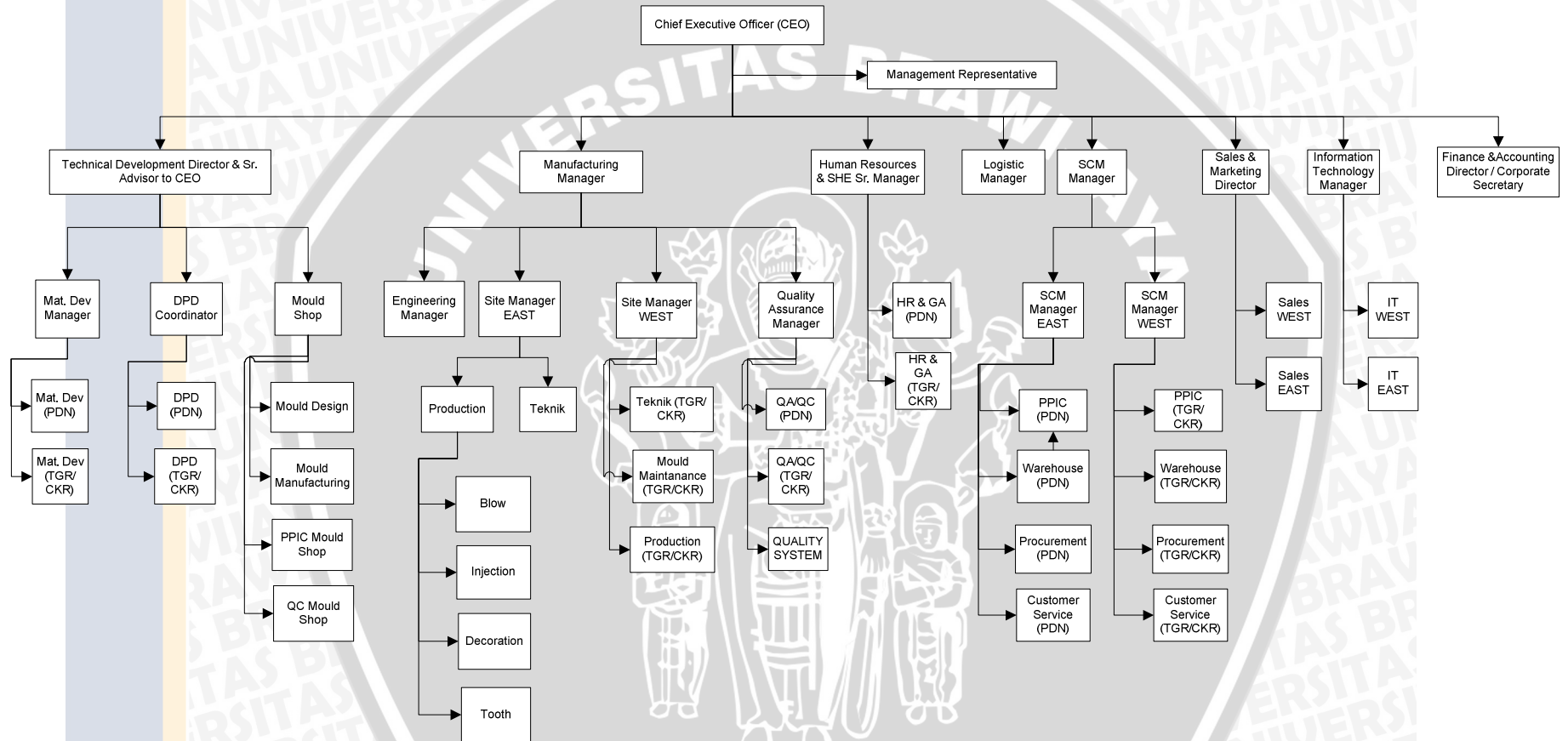
Faktor		Contoh Pekerjaan		Kelonggaran (%)	
A	Tenaga yang Dikeluarkan		Ekivalen Beban	Pria	Wanita
1	Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0,0-6,0	0,0-6,0
2	Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3	Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00 kg	7,5-12,0	7,5-16,0
4	Sedang	Mencangkul	9,00-18,00 kg	12,0-19,0	16,0-30,0
5	Berat	Mengayun palu yang berat	18,00-27,00 kg	19,0-30,0	
6	Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00 kg	30,0-50,0	
7	Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg		
B	Sikap Kerja				
1	Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,0-1,0	
2	Berdiri diatas dua kaki	Badan tekak ditumpu dua kaki		1,0-2,5	
3	Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5-3,0	
4	Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau badan		2,5-4,0	
5	Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0-10,0	
C	Gerakan Kerja				
1	Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2	Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0-5	
3	Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0-5	
4	Pada anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5-10	
5	Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit		10-15	
D	Kelelahan Mata *)			Pencahayaannya Baik	Pencahayaannya Buruk
1	Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat cukur		0,0-6,0	0,0-6,0
2	Pandangan yang hampir terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6,0-7,5	6,0-7,5
3	Pandangan terus-menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat pada kain		7,5-19,0	7,5-30,0
4	Pandangan terus-menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		19,0-30,0	30,0-50,0
E	Keadaan Temperatur Tempat Kerja **)	Temperatur (°C)		Kelemahan Normal	Kelemahan Berlebihan
1	Beku	Dibawah 0		Diatas 10	Diatas 12
2	Rendah	0-13		10-0	12-5
3	Sedang	13-22		5-0	8-0
		22-28			

Faktor		Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)	
5	Normal	28-38	0-5	0-8
6	Tinggi	Diatas 38	5-40	8-100
	Sangat tinggi		Diatas 40	Diatas 100
F	Keadaan Atmosfer ***)			
1	Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0
2	Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)		0-5
3	Kurang baik	Adanya debu beracun atau tidak beracun tetapi banyak		5-10
4	Buruk	Adanya bau-bauan yang berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernafasan		10-20
G	Keadaan Lingkungan yang Baik			
1	Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah			0
2	Sangat bising			0-5
3	Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0-5
4	Terasa adanya getaran lantai			5-10
5	Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebisingan, dll)			5-10
*) Kontras antar warna hendaknya diperhatikan **) Tergantung juga pada keadaan ventilasi ***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim Catatan pelengkap : Kelonggaran kebutuhan pribadi bagi pria = 0-2,5% dan wanita = 2-5%				

Sumber : Sutamaksana (1979)

Lampiran 2

Struktur Organisasi PT Berlina Tbk. Pandaan



Lampiran 3**Data Waktu Aktivitas****1. Inspeksi bahan baku**

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	4975	3766	3565	3679	4679
2	3652	4766	4497	3628	3665
3	4279	4526	4116	4097	4387
4	3786	4451	3512	4123	4783
5	4659	4339	4426	4927	4726
6	3853	3971	3762	3618	3424
7	4526	3535	3722	3737	3507
8	4116	3662	4483	4685	4852
9	4097	4678	4607	4878	4427
10	4387	4076	3581	3464	3873
11	4258	3768	3648	3628	3909
12	3766	4975	3652	4279	3786
13	3565	3789	3578	4576	3589
14	3679	4569	3456	3245	4478
15	4679	4239	4567	3367	4213

2. Penyimpanan bahan baku

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	214700	238900	218900	234500	228900
2	219800	235600	215400	239700	216800
3	241800	237800	235600	221800	241800
4	228900	236500	216700	218500	225600
5	216800	226300	214700	236400	218300
6	241800	234500	241800	220300	231700
7	225600	239700	227800	214700	220900
8	218300	221800	228900	219800	214500
9	231700	218500	231700	241800	216900
10	215400	236400	214600	228900	236500
11	235600	220300	238900	216800	226300
12	216700	224300	235600	215200	234500
13	214700	217600	237800	213400	239700
14	241800	211200	236500	235600	221800
15	227800	210800	226300	225100	231200

3. Transportasi bahan baku ke tempat *mixing*

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	31	27,5	28,3	27,1	32,4
2	29,4	29,7	27,77	30,45	33,33
3	27,6	30,4	30,9	28,4	33,9
4	28,5	31,7	28,6	27,4	28

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
5	32,3	30,3	28,7	29,5	30,4
6	31,8	32,6	28,6	33	33,6
7	28,5	29,45	31,33	32,67	34
8	30,55	33,33	31,27	29,31	28,57
9	31,84	32,95	28,74	29,47	32,33
10	33,95	30,66	28,86	29,77	31,88
11	28,05	29,19	31,94	32,84	28,69
12	33,45	31,23	30,12	28,76	29,43
13	29,87	28,76	33,21	29,54	30,98
14	28,99	31,4	32,91	30,28	28,37
15	30,19	32,32	33,95	30,09	28,28

4. Proses pencampuran (*Mixing*)

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	180	180	180	180	180
2	180	180	180	180	180
3	180	180	180	180	180
4	180	180	180	180	180
5	180	180	180	180	180
6	180	180	180	180	180
7	180	180	180	180	180
8	180	180	180	180	180
9	180	180	180	180	180
10	180	180	180	180	180
11	180	180	180	180	180
12	180	180	180	180	180
13	180	180	180	180	180
14	180	180	180	180	180
15	180	180	180	180	180

5. Transportasi hasil *mixing* ke mesin *blowing*

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	23,07	29,87	27,66	24,55	25,85
2	29,04	26,58	24,45	28,88	30,95
3	31	25,54	26,65	29,88	28,75
4	30,99	27,9	25,46	29,01	30,43
5	24,87	25,95	27,77	30,55	29,71
6	26,64	29,34	30,81	27,27	25,91
7	27,3	30,16	28,23	23,24	30,94
8	29,19	28,82	27,44	28,46	29,65
9	30,33	27,96	28,68	25,55	27,18
10	30,1	29,57	28,58	30,6	28,25
11	24,86	29,8	27,33	29,85	30,41

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
12	29,38	27,76	25,46	24,33	23,56
13	30,64	28,92	29,73	24,78	30,48
14	26,39	27,47	28,09	27,1	29,65
15	28,99	30,27	29,97	26,86	23,47

6. Proses peniupan (*Blowing*)

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	44,53	35,06	34,64	37,78	31,63
2	39,78	38,25	44,41	45,44	46,13
3	40,3	37,42	42,4	46,87	39,48
4	45,4	44,75	45,12	44,94	45,66
5	36,46	31,4	33,75	39,12	45,25
6	35,5	31,7	43,7	42,39	46,15
7	41,66	42,64	43,13	37,4	30,38
8	36,75	40,25	32,4	35,13	36,4
9	38,48	32,9	41,75	32,31	45,57
10	32,3	38,25	36,24	46,52	44,43
11	41,78	45,24	42,12	45,4	43
12	44,1	46,9	45,1	44,5	38,86
13	42,93	46,57	42,49	40,15	41,24
14	44,25	32,33	35,6	37,12	34,64
15	34,1	42,6	37,68	37,64	43,35

7. Transportasi hasil *blowing* melalui conveyor

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	24,15	19,46	30,5	28,5	20,16
2	31,53	31,13	31,6	24,12	23,29
3	18,67	28,54	26,15	25,13	31,17
4	31,46	29,5	18,07	32,74	27,12
5	33,01	27,28	26,94	24,42	30,19
6	17,54	30,38	27,56	17,2	24,47
7	29,19	32,94	19,75	23,45	32,35
8	34,02	27,35	27,31	20,65	33,15
9	23,38	20,15	26,31	19,72	19,04
10	30,18	22,54	30,65	27,67	17,72
11	18,02	26,75	29,38	30,15	19,28
12	34,15	27,9	22,5	32,12	29,53
13	25,15	32,5	19,28	26,47	18,52
14	34,75	28,17	25,08	28,1	34,18
15	20,25	19,81	22,77	33,46	25,52

8. Seleksi produk untuk menghilangkan aval

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	2,47	5,47	2,66	3,87	5,46
2	4,88	2,28	2,6	2,47	4,67
3	2,6	3,72	2,74	3,75	5,27
4	5,91	4,3	3,85	4,62	3,68
5	3,72	4,29	4,72	3,22	4,72
6	4,85	3,22	2,97	2,59	5,65
7	2,37	2,4	3,21	4,73	2,78
8	3,19	2,66	3,66	3,28	3,9
9	3,91	4,72	3,54	5,16	2,9
10	5,31	4,75	5,65	5,12	2,3
11	3,82	2,57	4,53	2,53	5,43
12	3,29	2,84	3,1	4,51	3,17
13	4,81	3,65	4,66	2,19	4,52
14	2,19	2,83	2,68	2,28	5,69
15	3,88	3,66	4,81	3,71	2,64

9. Tes kebocoran (*Leak Detector*)

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	6,78	7	10,72	6,5	6,46
2	8,41	8,31	7,31	7,66	7,67
3	8,13	7,03	5,25	5,41	9,27
4	7,22	5,46	8,38	6,46	8,68
5	7,49	8,53	10,18	8,96	5,72
6	6,87	9,47	9,38	7,12	6,65
7	6,79	8,87	8	7,56	7,78
8	5,69	7,85	9,72	8,09	9,9
9	8,66	9,31	9,78	9,63	7,29
10	8,03	10,05	8,67	6,16	6,3
11	8,47	8,5	8,28	10,02	8,43
12	7,46	8,5	6,1	5,57	10,17
13	8,47	7,1	8,52	5,32	5,52
14	7,8	7,96	8,1	7,34	9,69
15	7,62	5,31	5,62	9,02	10,64

10. Pengemasan awal

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	178,67	185,59	172,09	178,48	172,23
2	186,27	184,14	176,46	185,69	189,18
3	181,54	173,78	178,01	180,91	185,67
4	187,1	186,98	174,97	173,28	178,46
5	177,48	186,22	188,91	177,39	181,99
6	185,56	180,24	179,48	174,39	186,39
7	172,69	172,78	189,7	179,39	171,81

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
8	183,35	176,48	175,06	185,13	187,55
9	185,97	179,91	171,61	178,87	175,72
10	177,77	184,76	174,73	189,19	187,27
11	186,92	181,53	185,26	176,64	184,65
12	173,76	186,47	188,77	179,11	174,29
13	176,19	184,98	188,14	170,94	176,39
14	176,76	184,94	179,41	187,86	178,14
15	185,35	187,07	181,27	173,44	188,17

11. Menunggu waktu kontrol pihak QC

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	170,98	130,69	160,56	141,41	167,35
2	131,46	124,91	158,65	134,47	179,81
3	170,27	169,95	152,83	147,06	163,72
4	176,09	154,87	133,48	143,26	171,78
5	167,17	175,77	134,95	126,11	130,84
6	154,32	145,1	133,33	176,24	128,46
7	176,29	126,35	129,64	172,67	179,72
8	169,83	177,69	161,87	158,49	127,47
9	136,27	146,87	147,51	166,98	176,41
10	178,24	166,78	131,33	139,26	156,41
11	124,39	124,86	146,1	151,03	124,77
12	126,53	120,08	127,39	165,99	128,48
13	149,85	146,76	158,17	167,85	176,14
14	148,37	127,87	136,64	147,88	177,73
15	164,03	129,46	128,27	121,11	124,19

12. Pengecekan oleh QC

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	677,21	712,26	641,64	713,76	636,81
2	719,02	695,12	666,85	625,81	718,08
3	646,21	717,84	695,26	637,41	680,75
4	711,13	637,13	663,48	716,17	658,85
5	685,14	628,81	635,74	655,35	710,78
6	719,62	713,67	682,31	676,47	657,21
7	612,75	626,38	696,44	655,22	700,81
8	628,36	678,67	681,18	622,37	717,34
9	711,26	700,62	646,22	667,35	692,12
10	697,93	635,76	625,49	615,56	681,52
11	688,09	652,81	621,85	716,45	602,35
12	655,26	681,48	718,67	641,59	600,05
13	719,55	667,37	623,76	710,35	714,97
14	603,78	700,27	676,28	686,48	659,62

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
15	697,18	690,66	715,76	717,24	616,05

13. Pengemasan akhir

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	64,23	63,91	66,17	63,32	65,37
2	63,8	64,24	67,37	64,5	66,9
3	64,2	67,3	63,3	65,3	62,6
4	65,4	64,4	63,5	67,6	62,7
5	63,1	62,6	61,7	65,4	64,8
6	67,2	65,5	63,8	61,8	64,5
7	66,8	62,8	63,7	67,37	64,07
8	65,21	63,62	64,83	67,85	62,52
9	62,41	64,78	64,07	61,78	63,27
10	67,12	60,76	65,81	64,64	68,73
11	63,33	67,68	66,48	66,28	62,09
12	63,81	65,97	66,79	65,05	61,73
13	64,56	63,12	65,91	61,87	66,34
14	66,97	61,59	66,18	65,23	65,66
15	61,49	64,07	65,03	64,35	61,99

14. Transportasi ke gudang produk jadi

Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	176,5	125,61	150,13	144,64	136,28
2	157,07	147,66	124,97	176,28	163,65
3	179,62	131,17	149,44	166,26	174,68
4	152,46	124,51	131,12	141,23	174,83
5	142,33	123,39	144,26	169,27	187,26
6	132,41	179,71	177,62	156,18	146,24
7	145,86	155,35	147,22	167,37	131,07
8	122,21	176,62	174,83	156,85	168,52
9	124,41	136,78	166,07	158,78	164,27
10	167,12	130,76	125,81	124,64	158,73
11	123,33	147,68	176,48	136,28	129,09
12	137,81	145,97	166,79	178,05	138,73
13	146,56	138,12	176,91	168,87	126,34
14	166,97	141,59	136,18	179,23	155,66
15	136,49	179,07	137,03	134,35	151,99

15. Inventori produk jadi

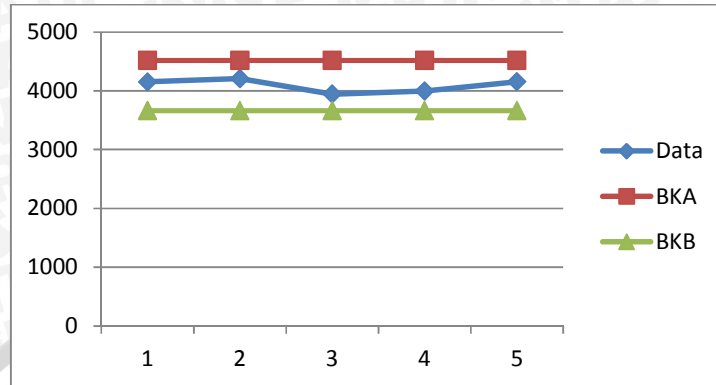
Pengamatan (dalam detik)	Grup				
	1	2	3	4	5
1	126500	148900	122300	125500	113500
2	144500	113400	131300	139900	123300
3	146000	136200	140700	112300	136500
4	126800	113500	122500	121300	124500
5	148100	123300	138800	150700	136800
6	116800	136500	123400	112500	116400
7	149700	124500	126500	126500	113500
8	150400	136800	123500	144500	123300
9	125700	116400	133600	146000	136500
10	125500	128100	126400	126800	124500
11	139900	129700	114500	148100	136800
12	112300	140400	126800	116800	116400
13	121300	135700	126400	149700	148900
14	150700	135500	138200	122500	113400
15	112500	129900	139700	138800	136200



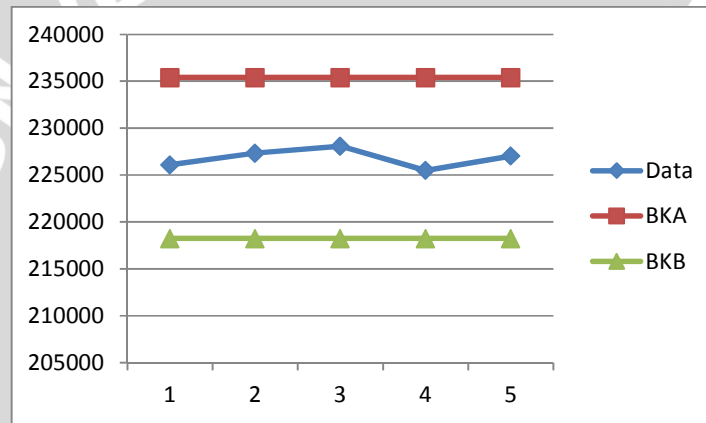
Lampiran 4

Peta Kontrol Uji Keseragaman

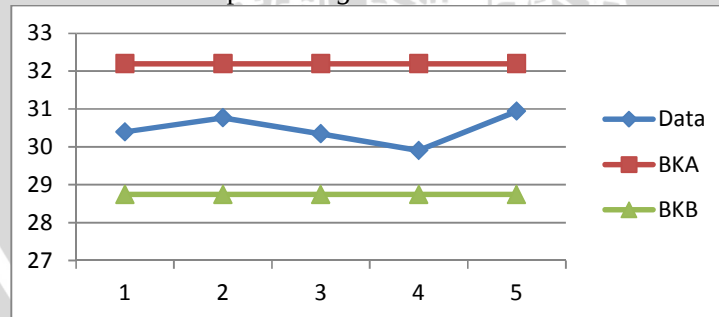
1. Inspeksi bahan baku



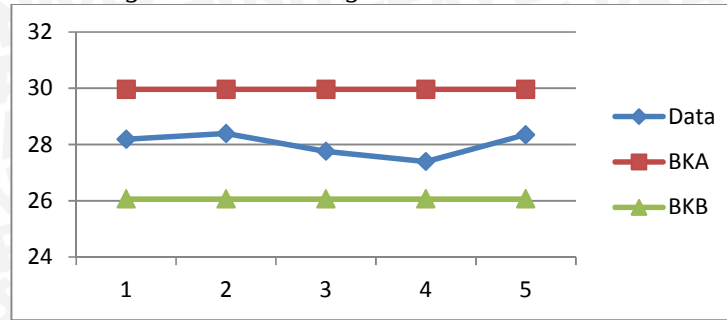
2. Penyimpanan bahan baku



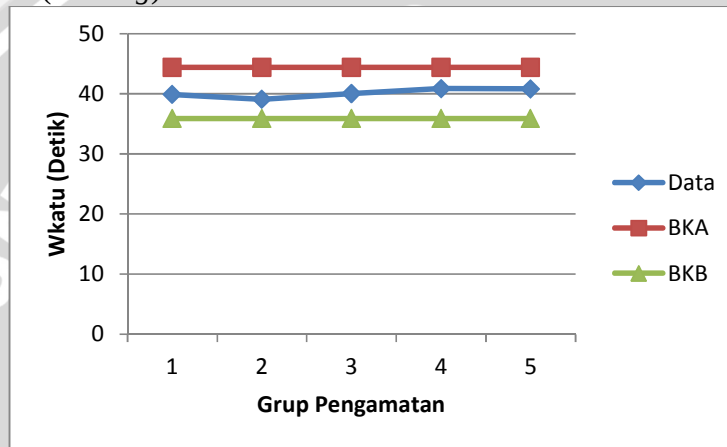
3. Transportasi bahan baku ke tempat *mixing*



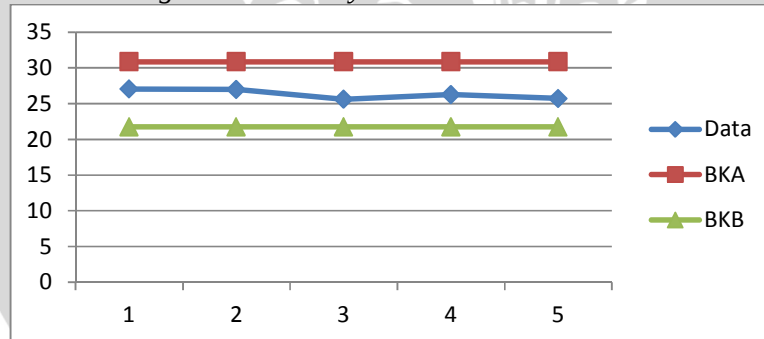
4. Transportasi hasil *mixing* ke mesin *blowing*



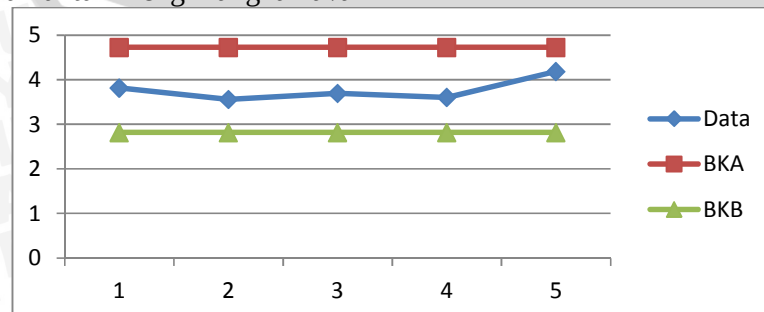
5. Proses peniupan (*Blowing*)



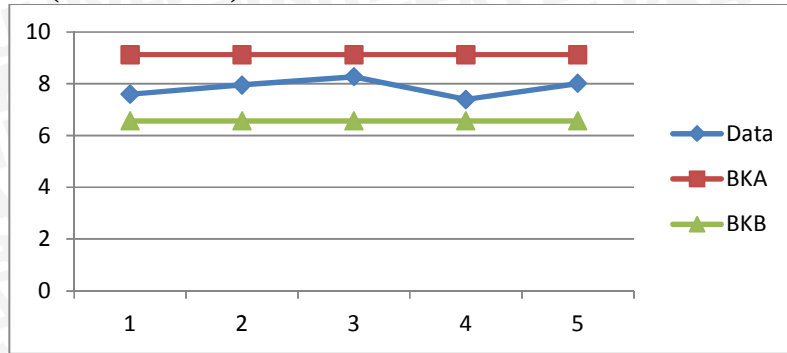
6. Transportasi hasil *blowing* melalui *conveyor*



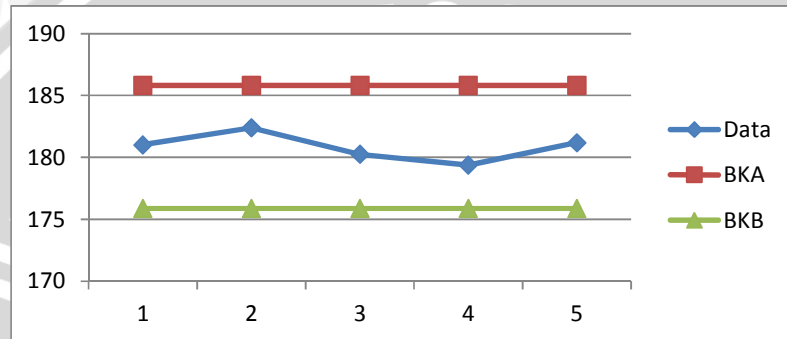
7. Seleksi produk untuk menghilangkan aval



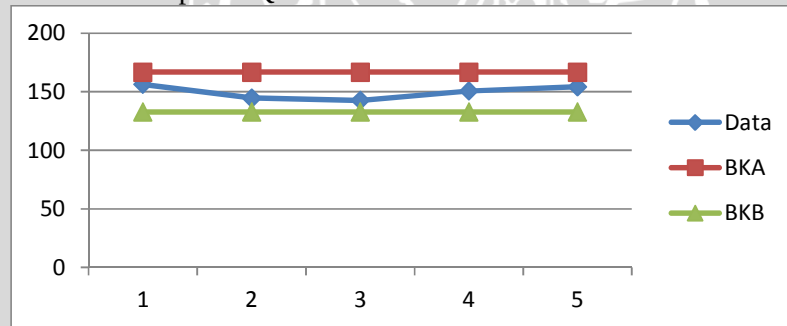
8. Tes kebocoran (Leak Detector)



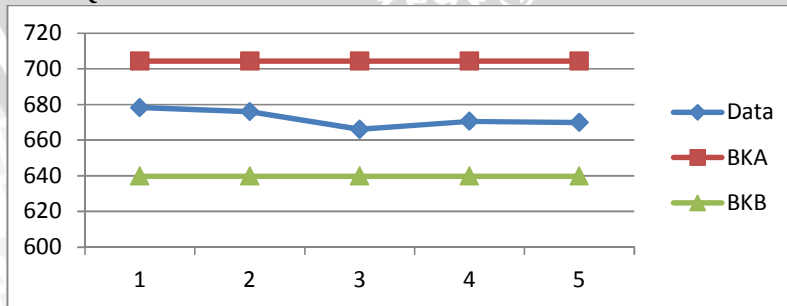
9. Pengemasan awal



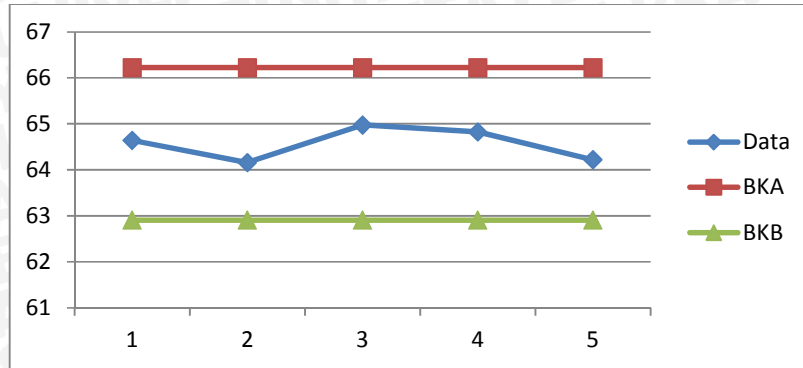
10. Menunggu waktu kontrol pihak QC



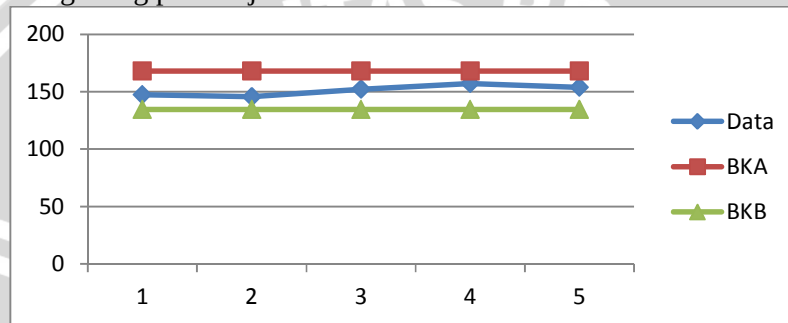
11. Pengecekan oleh QC



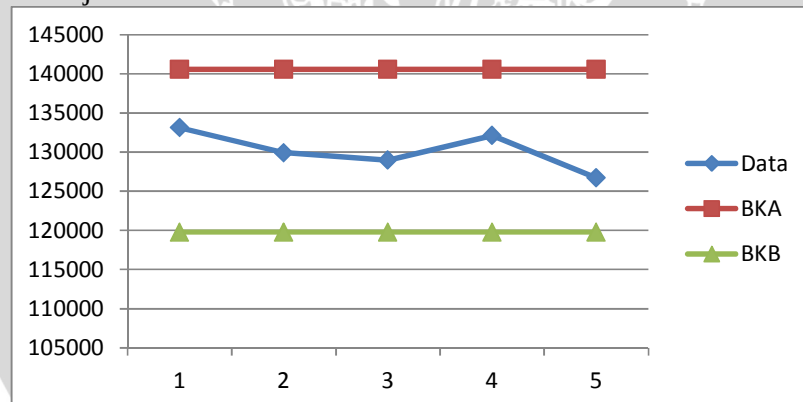
12. Pengemasan akhir



13. Transportasi ke gudang produk jadi



14. Inventori produk jadi



Lampiran 5*Performance Rating*1. Proses pencampuran (*Mixing*)

Faktor	Kelas	Lambang	Rating	Indikasi
Keterampilan	<i>Good</i>	C1	+0,06	Operator dapat mengoperasikan mesin dengan baik
Usaha	<i>Good</i>	C2	+0,03	Kecepatan operator dalam mengidentifikasi <i>trouble</i> baik
Kondisi	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi tempat kerja rata-rata baik
Konsistensi	<i>Good</i>	C	+0,01	Hasil keluaran produk stabil
Jumlah			0,1	
Performance Rating			1,1	

2. Proses peniupan (*Blowing*)

Faktor	Kelas	Lambang	Rating	Indikasi
Keterampilan	<i>Good</i>	C1	+0,06	Operator dapat mengoperasikan mesin dengan baik
Usaha	<i>Good</i>	C2	+0,03	Kecepatan operator dalam mengidentifikasi <i>trouble</i> baik
Kondisi	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi tempat kerja rata-rata baik
Konsistensi	<i>Good</i>	C	+0,01	Hasil keluaran produk stabil meskipun masih sering terjadi <i>trouble</i>
Jumlah			0,1	
Performance Rating			1,1	

3. Pengemasan awal

Faktor	Kelas	Lambang	Rating	Indikasi
Keterampilan	<i>Good</i>	C1	+0,06	Operator terampil dalam mengemas botol pada box
Usaha	<i>Good</i>	C2	+0,03	Kecepatan operator dalam mengemas botol baik
Kondisi	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi tempat kerja rata-rata baik
Konsistensi	<i>Average</i>	D	0,00	Hasil pengemasan produk botol rata-rata stabil
Jumlah			0,09	
Performance Rating			1,09	

4. Pengemasan akhir

Faktor	Kelas	Lambang	Rating	Indikasi
Keterampilan	<i>Good</i>	C1	+0,06	Operator terampil dalam penyempurnaan kemasan botol pada box
Usaha	<i>Good</i>	C2	+0,03	Kecepatan operator dalam penyempurnaan kemasan botol baik
Kondisi	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi tempat kerja rata-rata baik
Konsistensi	<i>Average</i>	D	0,00	Hasil penyempurnaan kemasan produk botol rata-rata stabil
Jumlah			0,09	
Performance Rating			1,09	

Lampiran 6

Allowance

1. Proses pencampuran (*Mixing*)

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran
Tenaga yang dikeluarkan	Tenaga yang dikeluarkan sedang	6%
Sikap Kerja	Berdiri di atas dua kaki	1%
Gerakan kerja	Normal	0
Kelelahan Mata	Pekerjaan yang tidak terlalu teliti	1%
Keadaan temperatur tempat kerja	Suhu sangat tinggi diatas 38 derajat	5%
Keadaan atmosfer	Terdapat bau lelehan bijih plastik	3%
Keadaan lingkungan	Keadaan lingkungan bising	2%
Kebutuhan pribadi	Pria	2%
Total		20%

2. Proses peniupan (*Blowing*)

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran
Tenaga yang dikeluarkan	Tenaga yang dikeluarkan sangat ringan	6%
Sikap Kerja	Berdiri di atas dua kaki	1%
Gerakan kerja	Normal	0
Kelelahan Mata	Pandangan yang cukup terus menerus	2%
Keadaan temperatur tempat kerja	Suhu sangat tinggi diatas 38 derajat	5%
Keadaan atmosfer	Terdapat bau lelehan bijih plastik	3%
Keadaan lingkungan	Keadaan lingkungan bising	2%
Kebutuhan pribadi	Pria	2%
Total		21%

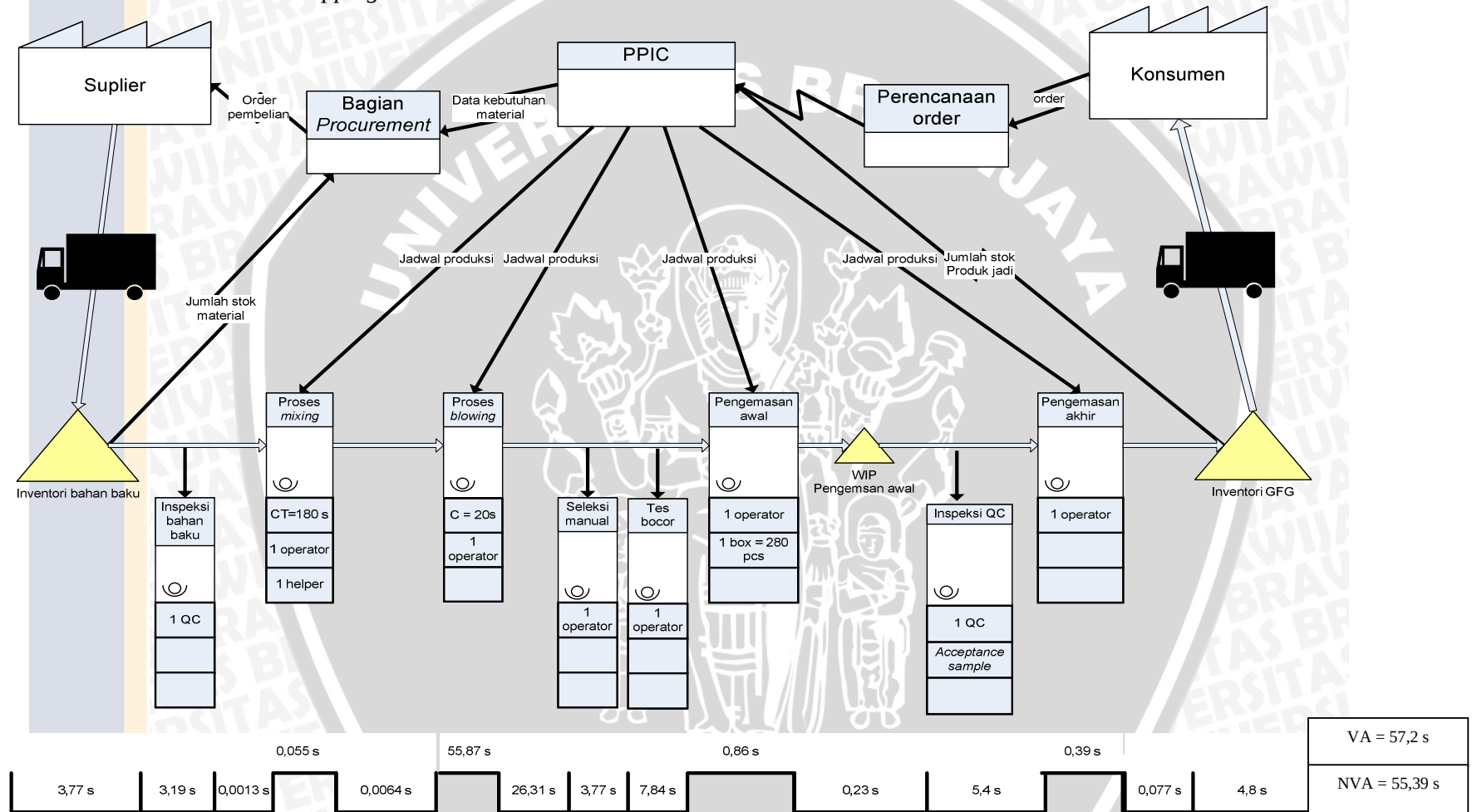
3. Pengemasan awal

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran
Tenaga yang dikeluarkan	Tenaga yang dikeluarkan sangat ringan	2%
Sikap Kerja	Duduk	0
Gerakan kerja	Normal	0
Kelelahan Mata	Pekerjaan yang tidak terlalu teliti	2%
Keadaan temperatur tempat kerja	Suhu sangat tinggi diatas 38 derajat	5%
Keadaan atmosfer	Terdapat bau lelehan bijih plastik	3%
Keadaan lingkungan	Keadaan lingkungan bising	2%
Kebutuhan pribadi	Wanita	3%
Total		17%

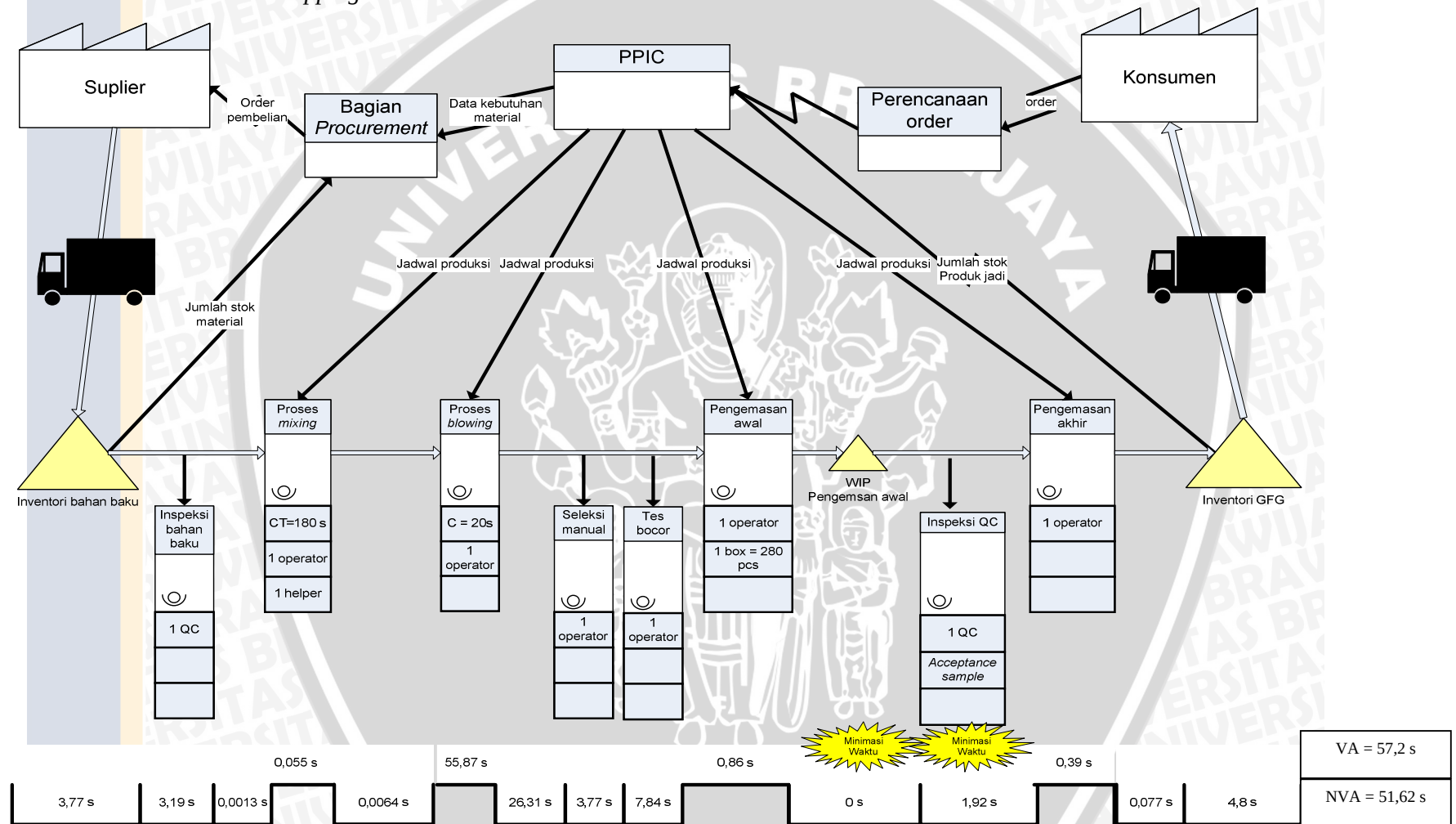
4. Pengemasan akhir

Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran
Tenaga yang dikeluarkan	Tenaga yang dikeluarkan sangat ringan	2%
Sikap Kerja	Berdiri di atas dua kaki	1%
Gerakan kerja	Normal	0
Kelelahan Mata	Pekerjaan yang teliti	2%
Keadaan temperatur tempat kerja	Suhu sangat tinggi diatas 38 derajat	5%
Keadaan atmosfer	Terdapat bau lelehan bijih plastik	3%
Keadaan lingkungan	Keadaan lingkungan bising	2%
Kebutuhan pribadi	Wanita	3%
Total		18%

Lampiran 7 Current State Value Stream Mapping



Lampiran 8 Future State Value Stream Mapping



Lampiran 9
Data Stop Time

Tanggal	Jenis Stop Time														Total	Act Hours
	Waiting QC	Set Up	Trb. Process	Trb. Mould	Trial Mould	Trb. Material	Repair M/C	Trb.PLN	Prev. Maint	Kor. War/Matr	Trial War/Matr	Eval Quality	Tunggu Komp	Broke M/C		
01-Sep-12	0,4		0,9												1,3	23,1
02-Sep-12	0,36		0,2												0,56	12,8
03-Sep-12	0,37		0,2												0,57	23,8
04-Sep-12	0,35		0,5				1								1,85	22,5
05-Sep-12	0,35		1,7												2,05	22,3
06-Sep-12	0,37		0,5												0,87	23,5
07-Sep-12	0,39		1,3							0,7					2,39	22
08-Sep-12	0,36		5,6							1,2					7,16	17,2
09-Sep-12	0,4		3,8							1					5,2	19,2
10-Sep-12	0,36		1												1,36	12
11-Sep-12	0,39		0,9												1,29	23,1
12-Sep-12	0,34		0,5												0,84	11,5
13-Sep-12	0,37		0,7						2	0,9					3,97	20,4
14-Sep-12	0,37		0,6												0,97	23,4
15-Sep-12	0,34		0,1				0,3								0,74	23,6
16-Sep-12	0,38		0,2												0,58	23,8
17-Sep-12	0,38														0,38	12
18-Sep-12	0,38		0,4					1,5							2,28	22,1
19-Sep-12	0,38		0,7												1,08	23,3
20-Sep-12	0,34		0,3					2							2,64	21,7
21-Sep-12	0,36														0,36	24
22-Sep-12	0,31		0,3												0,61	11,7
23-Sep-12	0,37		0,5												0,87	23,5
24-Sep-12	0,38		0,2												0,58	23,8
25-Sep-12	0,38														0,38	12
26-Sep-12	0,37														0,37	12
27-Sep-12	0,36														0,36	11
28-Sep-12	0,38														0,38	12
29-Sep-12	0,38														0,38	12
30-Sep-12	0,35														0,35	11
Total	11,02	0	21,1	0	0	0	1,3	3,5	2	3,8	0	0	0	0	42,72	556,3

Tanggal	Jenis Stop Time														Total	Act Hours
	Waiting QC	Set Up	Trb. Process	Trb. Mould	Trial Mould	Trb. Material	Repair M/C	Trb.PLN	Prev. Maint	Kor. War/Matr	Trial War/Matr	Eval Quality	Tunggu Komp	Broke M/C		
01-Okt-12	0,38														0,38	10
02-Okt-12	0,35														0,35	10
03-Okt-12	0,38														0,38	13,4
04-Okt-12	0,36						1								1,36	10
05-Okt-12	0,36														0,36	10,8
06-Okt-12	0,38														0,38	13,5
07-Okt-12	0,38														0,38	13,8
08-Okt-12	0,37														0,37	11,8
09-Okt-12	0,39														0,39	12,4
10-Okt-12	0,35														0,35	10
11-Okt-12	0,38														0,38	12
12-Okt-12	0,35	2,7													3,05	5,3
13-Okt-12	0,38		1				1,5	2							4,88	11,5
14-Okt-12	0,38		1				3,2								4,58	19,8
15-Okt-12	0,35		0,8							0,7					1,85	10,5
16-Okt-12	0,39		0,6				0,3								1,29	13,1
17-Okt-12	0,39		1,2				0,8								2,39	22
18-Okt-12	0,39		0,2				2								2,59	10
19-Okt-12	0,39														0,39	24
20-Okt-12	0,35						0,6			1					1,95	10
21-Okt-12	0,37		0,5				1,2	4							6,07	10,3
22-Okt-12	0,33		1				2,5			0,5					4,33	20
23-Okt-12	0,39		0,5				5,4			0,5					6,79	17,6
24-Okt-12	0,39		1				0,6			0,5					2,49	11,9
25-Okt-12	0,39		0,5							0,7					1,59	10
26-Okt-12	0,38		1,6				0,5			0,5					2,98	10
27-Okt-12	0,37		1,1				3,1								4,57	9,8
28-Okt-12	0,38		0,4				0,1								0,88	10
29-Okt-12	0,36		1,3							0,5					2,16	22,2
30-Okt-12	0,4		0,7							0,3					1,4	23
31-Okt-12	0,37									0,2					0,2	10
Total	11,21	2,7	13,4	0	0	0	21,8	4	2	5,4	0	0	0	0	63,51	408,7

Tanggal	Jenis Stop Time														Total	Act Hours
	Waiting QC	Set Up	Trb. Process	Trb. Mould	Trial Mould	Trb. Material	Repair M/C	Trb.PLN	Prev. Maint	Kor. War/Matr	Trial War/Matr	Eval Quality	Tunggu Komp	Broke M/C		
01-Nop-12	0,39		0,3												0,69	23,7
02-Nop-12	0,36		0,5	0,3											1,16	23,2
03-Nop-12	0,39		0,5							0,4					1,29	23,1
04-Nop-12	0,37		0,9												1,27	23,1
05-Nop-12	0,35		1				5			0,5					6,85	17,5
06-Nop-12	0,39		0,5				1			1					2,89	21,5
07-Nop-12	0,39		1							1,2					2,59	21,8
08-Nop-12	0,38		0,9												1,28	23,1
09-Nop-12	0,38		1,1							0,4					1,88	22,5
10-Nop-12	0,36		2,7												3,06	21,3
11-Nop-12	0,39		0,5				3,5								4,39	20
12-Nop-12	0,36		0,7				2								3,06	21,3
13-Nop-12	0,39		1,2							1					2,59	21,8
14-Nop-12	0,39		0,5	1			1	1							3,89	20,5
15-Nop-12	0,36		1,6				1	1							3,96	20,4
16-Nop-12	0,4		1	1,5			8			0,5					11,4	13
17-Nop-12	0,38		2,3							1					3,68	20,7
18-Nop-12	0,38		2				0,5								2,88	21,5
19-Nop-12	0,37		3,5				0,5								4,37	20
20-Nop-12	0,37		1												1,37	23
21-Nop-12	0,38		2												2,38	22
22-Nop-12	0,34		1,4							0,5					2,24	22,1
23-Nop-12	0,4		1,5				0,8			2,3					5	19,4
24-Nop-12	0,38		2,4							1					3,78	20,6
25-Nop-12	0,38		1				0,5	0,5							2,38	22
26-Nop-12	0,39						1,5								1,89	22,5
27-Nop-12	0,38		1,3				1,5	0,6							3,78	20,6
28-Nop-12	0,4		1,7												2,1	22,3
29-Nop-12	0,37		1,1					0,8							2,27	22,1
30-Nop-12	0,39			0,8											1,19	23,2
Total	11,36	0	36,1	3,6	0	0	26,8	3,9	0	9,8	0	0	0	0	91,56	639,8

Lampiran 10
Data Defect Produk

Tanggal	Counter Reading	Pass On Mesin	Hold	Pass On Rework	Total Pass On	Jenis Defect									Total
						Kotor Hitam	Colleps	Mulut Tdk Presisi	Bottom Nrawang	Nggandol/Buntu	Lengket	Tebal Tipis	Garis Patah	Warna<Std.	
01-Sep-12	15850	15680			15680	30	15				15				60
02-Sep-12	16320	16240			16240	15	10			10					35
03-Sep-12	16055	15960			15960	35	35				30				100
04-Sep-12	14572	14560			14560	30	30				25				85
05-Sep-12	15080	14840			14840		30				30				60
06-Sep-12	16346	16240			16240	30	30				40				100
07-Sep-12	7575	7500			7500	35	45				30				110
08-Sep-12	11350	9520	1680		9520	40	20				30				90
09-Sep-12	13040	11200	1680		11200	40					40	30			110
10-Sep-12	8200	8150	280	2800	10950	55					35				90
11-Sep-12	15855	15680			15680	70		20				25			115
12-Sep-12	16612	16520		280	16800	60			15			25			100
13-Sep-12	14666	14560			14560	50									50
14-Sep-12	7440	7420			7420		15				10				25
15-Sep-12	16726	16520			16520	45	30				25	15			115
16-Sep-12	16956	16800			16800	60	20				15				95
17-Sep-12	17170	17080			17080	50	15					20			85
18-Sep-12	7350	7312			7312	55					25				80
19-Sep-12	16465	16240			16240	50	10		15		20				95
20-Sep-12	15500	15400			15400	45	15				15				75
21-Sep-12	16740	16800			16800	60	10				25				95
22-Sep-12	17000	16520			16520	60	10	10				20			100
23-Sep-12	16570	16520			16520	50	20				20				90
24-Sep-12	8760	8250			8250	35	10					20			65
25-Sep-12	8170	8400			8400	60									60
26-Sep-12	7990	7735			7735										0
27-Sep-12	8406	8330			8330										0
28-Sep-12	9000	8950			8950										0
29-Sep-12	7747	7700			7700	45	35				35				115
30-Sep-12	7875	7613			7613	40	45				40				125
Total	387386	380240	3640	3080	383320	1145	450	30	30	10	505	155	0	0	2325

Tanggal	Counter Reading	Pass On Mesin	Hold	Pass On Rework	Total Pass On	Jenis Defect									Total
						Kotor Hitam	Collops	Mulut Tdk Presisi	Bottom Nrawang	Nggandol/Buntu	Lengket	Tebal Tipis	Garis Patah	Warna<Std.	
01-Okt-12	5575	5555			5555										0
02-Okt-12	6246	6233			6233										0
03-Okt-12	6554	6545			6545										0
04-Okt-12	7890	7780			7780										0
05-Okt-12	8790	8680			8680										0
06-Okt-12	7560	7456			7456										0
07-Okt-12	6560	6455			6455										0
08-Okt-12	5795	5790			5790										0
09-Okt-12	7525	7521			7521										0
10-Okt-12	6943	6934			6934										0
11-Okt-12	8210	8100			8100										0
12-Okt-12	3680	3360	280		3360	35	20				25				80
13-Okt-12	13761	12040	1400		12040	35	20				25				80
14-Okt-12	13376	11600	560		11600	33	15				40				88
15-Okt-12	15382	15120			15120	40					25				65
16-Okt-12	9875	9800			9800	35	35				15				85
17-Okt-12	8500	8390			8390	35	35				40				110
18-Okt-12	15230	15150		840	15990	20	30				20				70
19-Okt-12	9300	9130			9130	20	20				35				75
20-Okt-12	7525	7400			7400	20	40				45				105
21-Okt-12	7260	7000			7000	50	20				35				105
22-Okt-12	13070	13010		560	13570	45	20				35				100
23-Okt-12	5795	5790			5790	50	30				20				100
24-Okt-12	8260	8145			8145	40	30				20				90
25-Okt-12	6942	6822			6822	50	30				20				100
26-Okt-12	8060	8047			8047	30	50				30				110
27-Okt-12	13600	13460			13460	40	30				20				90
28-Okt-12	7610	7600			7600	20	30				20				70
29-Okt-12	15136	14492			14492	40	30				30				100
30-Okt-12	7680	7575			7575	50	10				15				75
31-Okt-12	8240	8100			8100	40	20				40				100
Total	275930	269080	2240	1400	270480	728	515	0	0	0	555	0	0	0	1798

Tanggal	Counter Reading	Pass On Mesin	Hold	Pass On Rework	Total Pass On	Jenis Defect									Total
						Kotor Hitam	Collops	Mulut Tdk Presisi	Bottom Nrawang	Nggandal/Buntu	Lengket	Tebal Tipis	Garis Patah	Warna<Std.	
01-Nop-12	16240	15400	560		15400	30	35				35				100
02-Nop-12	15960	15960			15960	35	35				25				95
03-Nop-12	15872	15400			15400	20	35				20				75
04-Nop-12	14396	14280			14280	20	30				20				70
05-Nop-12	12540	12600			12600	20	30				20				70
06-Nop-12	14420	14280			14280	35	20				35				90
07-Nop-12	14790	14560			14560		45				20				65
08-Nop-12	15430	15120			15120	20	36				20				76
09-Nop-12	15870	15680			15680	40	30				45				115
10-Nop-12	14470	14280		50	14330	30					20				50
11-Nop-12	13830	13720			13720	60	70								130
12-Nop-12	15265	14840			14840	50	50				20				120
13-Nop-12	14640	14560			14560	50	45				35				130
14-Nop-12	13520	13160			13160	50	35				35				120
15-Nop-12	13835	13720			13720	35	75				35				145
16-Nop-12	10100	9800			9800	60	35				35				130
17-Nop-12	14040	13720			13720	35	35				35				105
18-Nop-12	14980	14560			14560	35	35				30				100
19-Nop-12	13592	13440			13440	40	30				30				100
20-Nop-12	14340	14280			14280	50	20				45				115
21-Nop-12	14806	14560			14560	35	45				54				134
22-Nop-12	13775	13720			13720	45	34				36				115
23-Nop-12	13226	12880			12880	30	55				52				137
24-Nop-12	12080	12160			12160	35	45				45				125
25-Nop-12	13730	13440			13440	34	35				45				114
26-Nop-12	14535	14280			14280	20	25				20				65
27-Nop-12	13520	13440			13440	25	25				20				70
28-Nop-12	14625	14560			14560	40	30								70
29-Nop-12	13960	13720			13720	20	20				20				60
30-Nop-12	14945	14000	560		14000	35	20				30				85
Total	427332	420120	1120	50	420170	1034	1060	0	0	0	882	0	0	0	2976

Lampiran 11**Data Order Produksi**

Tanggal	Order Produksi (pcs)	Tanggal	Order Produksi (pcs)	Tanggal	Order Produksi (pcs)
01-Sep-12	100000	01-Okt-12	100000	01-Nop-12	125000
02-Sep-12		02-Okt-12		02-Nop-12	
03-Sep-12		03-Okt-12		03-Nop-12	
04-Sep-12		04-Okt-12		04-Nop-12	
05-Sep-12		05-Okt-12		05-Nop-12	
06-Sep-12		06-Okt-12		06-Nop-12	
07-Sep-12	120000	07-Okt-12	100000	07-Nop-12	115000
08-Sep-12		08-Okt-12		08-Nop-12	
09-Sep-12		09-Okt-12		09-Nop-12	
10-Sep-12		10-Okt-12		10-Nop-12	
11-Sep-12		11-Okt-12		11-Nop-12	
12-Sep-12		12-Okt-12		12-Nop-12	
13-Sep-12		13-Okt-12		13-Nop-12	
14-Sep-12		14-Okt-12		14-Nop-12	
15-Sep-12		15-Okt-12		15-Nop-12	
16-Sep-12		16-Okt-12		16-Nop-12	
17-Sep-12		17-Okt-12		17-Nop-12	
18-Sep-12		18-Okt-12		18-Nop-12	
19-Sep-12	100000	19-Okt-12	75000	19-Nop-12	35000
20-Sep-12		20-Okt-12		20-Nop-12	
21-Sep-12		21-Okt-12		21-Nop-12	
22-Sep-12		22-Okt-12		22-Nop-12	
23-Sep-12		23-Okt-12		23-Nop-12	
24-Sep-12		24-Okt-12		24-Nop-12	
25-Sep-12		25-Okt-12		25-Nop-12	
26-Sep-12		26-Okt-12	100000	26-Nop-12	133750
27-Sep-12		27-Okt-12		27-Nop-12	
28-Sep-12		28-Okt-12		28-Nop-12	
29-Sep-12		29-Okt-12		29-Nop-12	
30-Sep-12		30-Okt-12		30-Nop-12	
		31-Okt-12			
Total	320000		275000		408750

Lampiran 12Data WIP dan *Inventory*

Tanggal	WIP Pengemasan Awal (pcs)	Inventory GFG (pcs)
01-Sep-12	72	2240
02-Sep-12	65	2240
03-Sep-12	67	2240
04-Sep-12	63	2240
05-Sep-12	63	2240
06-Sep-12	67	2240
07-Sep-12	70	2240
08-Sep-12	65	2240
09-Sep-12	72	2240
10-Sep-12	65	2240
11-Sep-12	70	2240
12-Sep-12	61	2240
13-Sep-12	67	2240
14-Sep-12	67	2240
15-Sep-12	61	2340
16-Sep-12	68	2240
17-Sep-12	68	2240
18-Sep-12	68	2240
19-Sep-12	68	2240
20-Sep-12	61	2326
21-Sep-12	65	2240
22-Sep-12	56	2240
23-Sep-12	67	2240
24-Sep-12	68	2240
25-Sep-12	68	2240
26-Sep-12	67	2240
27-Sep-12	65	2240
28-Sep-12	68	2240
29-Sep-12	68	2240
30-Sep-12	63	2240
Total	1.984 pcs	67.386 pcs
	7 box	241 box

Tanggal	WIP Pengemasan Awal (pcs)	Inventory GFG (pcs)
01-Okt-12	68	2203
02-Okt-12	63	2203
03-Okt-12	68	2203
04-Okt-12	65	2203
05-Okt-12	65	2203
06-Okt-12	68	2203
07-Okt-12	68	2203
08-Okt-12	67	2203
09-Okt-12	70	2203
10-Okt-12	63	2203
11-Okt-12	68	2203
12-Okt-12	63	2203
13-Okt-12	68	2216
14-Okt-12	68	2203
15-Okt-12	63	2203
16-Okt-12	70	2203
17-Okt-12	70	2203
18-Okt-12	70	2203
19-Okt-12	70	2203
20-Okt-12	63	2203
21-Okt-12	67	2203
22-Okt-12	59	2203
23-Okt-12	70	2203
24-Okt-12	70	2203
25-Okt-12	70	2203
26-Okt-12	68	2213
27-Okt-12	67	2203
28-Okt-12	68	2203
29-Okt-12	65	2203
30-Okt-12	72	2203
31-Okt-12	67	2203
Total	2.084 pcs	68.316 pcs
	7 box	244 box

Tanggal	WIP Pengemasan Awal (pcs)	Inventory GFG (pcs)
01-Nop-12	70	2896
02-Nop-12	65	2896
03-Nop-12	70	2896
04-Nop-12	67	2896
05-Nop-12	63	2896
06-Nop-12	70	2896
07-Nop-12	70	2896
08-Nop-12	68	2896
09-Nop-12	68	2896
10-Nop-12	65	2896
11-Nop-12	70	2896
12-Nop-12	65	2896
13-Nop-12	70	2896
14-Nop-12	70	2896
15-Nop-12	65	2896
16-Nop-12	72	2896
17-Nop-12	68	2896
18-Nop-12	68	2896
19-Nop-12	67	2896
20-Nop-12	67	2896
21-Nop-12	68	2896
22-Nop-12	61	2896
23-Nop-12	72	2896
24-Nop-12	68	2896
25-Nop-12	68	2896
26-Nop-12	70	2896
27-Nop-12	68	2896
28-Nop-12	72	2896
29-Nop-12	67	2896
30-Nop-12	70	2914
Total	2.045 pcs	86.898 pcs
	7 box	310 box

Lampiran 13**Konversi Nilai DPMO ke Nilai Sigma**

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.462	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	792.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Sumber : nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh : Vincent Gaspersz (2006)

Konversi Nilai DPMO ke Nilai Sigma (lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.216	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Sumber : nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh : Vincent Gaspersz (2006)

Konversi Nilai DPMO ke Nilai Sigma (lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32	Catatan : Tabel konversi ini mencakup pergeseran 1,5-sigma untuk semua nilai Z	
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Sumber : nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh : Vincent Gasperz (2006)