

PENDEKATAN SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI *DEFECT* PADA PROSES  
PEMBUATAN BOTOL PLASTIK DI MESIN *BLOW MOLDING* ASB 2000 ml

SIX SIGMA APPROACH TO REDUCE PROCESS DEFECT IN PLASTIC  
BOTTLE PRODUCTION PROCESS AT THE ASB IN 2000 ML BLOW MOLDING  
MACHINE

Paschalis Adhi Krismasurya<sup>1)</sup>, Nasir Widha Setyanto<sup>2)</sup>, Ceria Farela Mada Tantrika<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: [alfonsus.rodriquez@gmail.com](mailto:alfonsus.rodriquez@gmail.com)<sup>1)</sup>, [nazzyr.lin@ub.ac.id](mailto:nazzyr.lin@ub.ac.id)<sup>2)</sup>, [ceria\\_fmt@ub.ac.id](mailto:ceria_fmt@ub.ac.id)<sup>3)</sup>

**Abstrak**

Perkembangan pasar bisnis minyak goreng yang terus meningkat secara eksponensial menyebabkan dampak persaingan perusahaan ini semakin tinggi dan tajam. Pada penelitian ini dilakukan suatu penanganan kualitas produksi menggunakan metode Six Sigma. Terdiri dari fase Define, Measure, Analyze, Improve (DMAI) pada suatu perusahaan yang bergerak dalam industri minyak goreng yaitu PT. X yang terletak di daerah Tanjung Perak, Surabaya. Penelitian ini mengambil fokus terhadap defect dari pembuatan botol 2000 ml. Perbaikan disarankan untuk mengurangi defect berdasarkan nilai RPN (Risk Priority Number) dari FMEA (Failure Mode Effect Analysis). Dengan nilai RPN tertinggi 648 untuk kerusakan komponen di mesin ASB 2000 ml. Berdasarkan analisa yang dilakukan didapat kerusakan komponen diakibatkan umur ekonomis mesin yang sudah habis. Maka dilakukan analisa pengganti mesin dengan mesin baru Nissei PF4-1BH. Penggantian mesin dapat menghemat Rp 47.976.795, 7636 per tahun.

**Kata kunci:** mesin blow molding ASB 2000 ml, defect melebihi batas standar, mengurangi defect, Six Sigma

**1. Pendahuluan**

Perkembangan industri minyak goreng di Indonesia dari tahun ke tahun menunjukkan perkembangan yang begitu pesat. Perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi keinginan pelanggan sesuai dengan standar yang berlaku sehingga dapat terus bersaing dan bertahan dengan produk minyak goreng lain. Peran kualitas sangat berpengaruh terhadap kesuksesan suatu perusahaan.

Produk yang dihasilkan tak dapat dipisahkan dengan kualitas dari produk itu sendiri. Persaingan yang begitu ketat menuntut setiap perusahaan menjaga dan meningkatkan kualitas dari proses dan produk yang dimilikinya. Untuk menjaga dan meningkatkan kualitas dari proses dan produk maka perlu adanya sistem kontrol dan perbaikan untuk dapat mencapai kualitas yang diinginkan.

PT. X adalah perusahaan manufaktur di Surabaya yang memproduksi berbagai variasi jenis minyak goreng dan margarin berdasarkan kualitas yang ditawarkan. Produk – produk yang dihasilkan antara lain minyak goreng Bimoli, minyak goreng Bimoli special, minyak goreng Delima, minyak goreng Happy, minyak goreng Mahakam, margarin Simas, margarin Palmia, margarin Amanda, margarin Malinda,

margarin Simas Palmia, dan minyak kelapa. PT. X untuk pengemasan minyak melakukan produksi botol plastik sendiri untuk ukuran 250 ml, 620 ml, 1000 ml, dan 2000 ml. Botol plastik tersebut dibuat dengan menggunakan sistem *blow molding*. Ada empat mesin *blow molding* untuk setiap kapasitas botol yang berbeda.

*Blow molding* merupakan suatu metode mencetak benda kerja berongga dengan cara meniupkan atau menghembuskan udara kedalam material/bahan yang menggunakan cetakan yang terdiri dari dua belahan  *mold*  yang tidak menggunakan inti (*core*) sebagai pembentuk rongga tersebut. Material plastik akan keluar secara perlahan secara perlahan akan turun dari sebuah *extruder head* kemudian setelah cukup panjang kedua belahan  *mold*  akan di jepit dan menyatu sedangkan begiah bawahnya akan dimasuki sebuah alat peniup (*blow pin*) yang menghembuskan udara ke dalam pipa plastik yang masih lunak, sehingga plastik tersebut akan mengembang dan membentuk seperti bentuk rongga  *mold* -nya. Material yang sudah terbentuk akan mengeras dan bisa dikeluarkan dari  *mold*  hal ini karena  *mold*  dilengkapi dengan saluran pendingin didalam kedua belahan  *mold* . Untuk memperlancar proses peniupan proses ini

dilengkapi dengan pisau pemotong pipa plastik yang baru keluar dari extruder head (Kazmer, 1992).

Permasalahan yang terjadi dalam setiap produksi botol selalu ditemukan *defect* dari proses pembuatan botol plastik. *Defect* paling besar terjadi pada produksi botol 2000 ml. Data *defect* pembuatan botol plastik ASB 2000 ml dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



**Gambar 1** Data Persentase *Defect* Biji Plastik Tahun 2012



**Gambar 2** Data Persentase *Defect* Biji Plastik Tahun 2013

Berdasarkan Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa selama 2 tahun terakhir (2012 – 2013) total *defect* pembuatan botol plastik pada mesin *blow molding* ASB 2000 ml memiliki persentase *defect* tertinggi dari total pemakaian biji plastik dibandingkan dengan pemakaian biji plastik di mesin lainnya. Standar yang ditetapkan perusahaan untuk *defect* yang terjadi pada proses pembuatan botol plastik 2000 ml adalah 5% (lima persen). Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 dapat dilihat persentase aktual *defect* dari proses pembuatan botol plastik lebih dari 5% (lima persen).

*Defect* dari pembuatan botol plastik 2000 ml oleh pihak perusahaan langsung dihancurkan karena sudah tidak dapat diproses kembali. Hasil dari proses tersebut oleh perusahaan dinyatakan sebagai limbah sehingga semakin tinggi *defect* yang terjadi maka limbah yang dihasilkan akan semakin tinggi dan memerlukan biaya ekstra untuk menangani hal

tersebut. Semakin tinggi *defect* botol plastik yang dihancurkan menunjukkan tingginya *defect* yang terjadi di mesin *blow molding* tersebut yang membuat kerja dari mesin tersebut tidak maksimal. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, pihak perusahaan belum memiliki penanganan untuk mengatasi *defect* yang terjadi khususnya pada proses pembuatan botol plastik di mesin *blow molding* ASB 2000 ml.

Ada beberapa metode dalam pengendalian kualitas antara lain: TQM, Seven Tools, Taguchi, dan Six Sigma. Six Sigma sebagai salah satu metode yang paling populer merupakan salah satu alternatif dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas yang merupakan terobosan dalam bidang manajemen kualitas (Gasperzs, 2006). Untuk itu pendekatan Six sigma digunakan untuk menganalisa proses yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor – faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, serta mencapai tingkat persentase cacat yang telah ditetapkan. Six sigma dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual. Semakin tinggi target sigma yang dicapai maka kinerja sistem industri semakin membaik.

Penelitian ini disusun berdasarkan sebuah metode penyelesaian yang terstruktur – DMAIC, yang merupakan singkatan dari *define, measure, analyze, improve, dan control* yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya. Metode DMAIC dapat digunakan untuk menganalisis kualitas. Dengan DMAIC dapat diketahui pokok karakteristik kualitas yang diinginkan oleh perusahaan. Selain itu, akan diukur kinerja proses produksi dari segi tingkat DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan level Sigma. Ketika diterapkan Six Sigma, diharapkan kinerja proses mencapai 6 Sigma, dimana tingkat kegagalannya adalah 3, 4 kegagalan per satu juta kesempatan. Diharapkan dari penelitian ini, *defect* pada proses pembuatan botol plastik di mesin *blow molding* ASB 2000 ml dapat berkurang dan kualitas proses produksi menjadi lebih baik.

## 2. Metode Penelitian

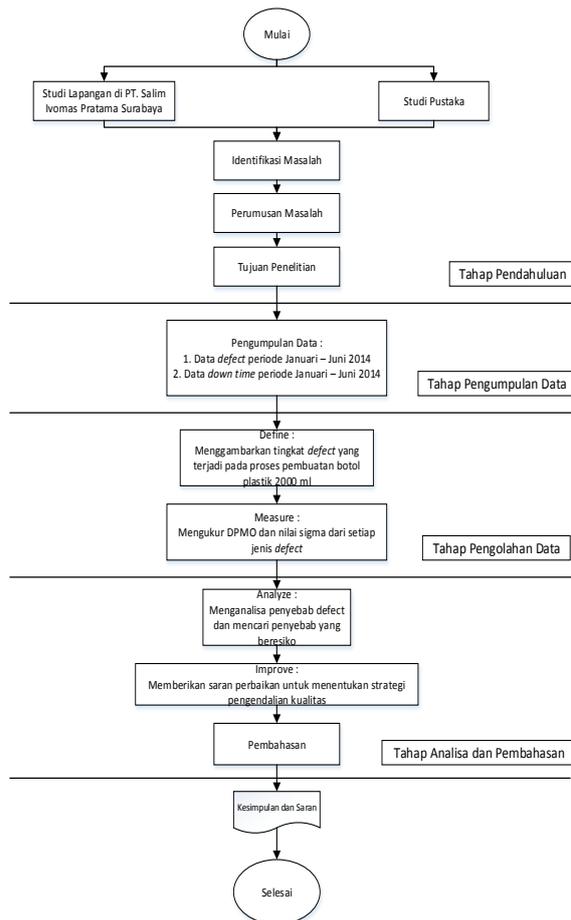
Pada tahap metode penelitian merupakan penjelasan mengenai tahapan pengumpulan dan

pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah pencatatan hal/informasi/keterangan/karakteristik sebagian atau seluruh elemen populasi yang menunjang dan mendukung penelitian. Dalam penelitian ini data yang digunakan antara lain:

- 1) Data *defect* pemakaian biji plastik dari mesin ASB 2000 ml sepanjang tahun 2012 – 2014 (presentase *defect* dan penyebab *defect*).



**Gambar 3** Diagram Alir Penelitian

- 2) Struktur organisasi PT. Salim Ivomas Pratama Surabaya.
- 3) Data total produksi botol plastik 2000 ml selama tahun 2012 – 2014.

Untuk memperoleh data dalam penelitian ini, maka digunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Wawancara

Melakukan wawancara dengan manajer atau karyawan yang paham mengenai permasalahan yang diteliti.

b. Studi Pustaka

Dengan cara membaca pustaka sebagai upaya untuk mencari solusi dan memecahkan permasalahan yang diteliti.

c. Dokumentasi Perusahaan

Dokumentasi merupakan data yang berasal dari arsip, dokumen atau catatan yang dimiliki perusahaan.

2. Pengolahan dan Analisa Data

Setelah melakukan pengumpulan data dan melakukan pengamatan di perusahaan, selanjutnya data – data tersebut diolah dengan menggunakan metode yang mengacu pada prinsip-prinsip yang terdapat dalam metode Six Sigma. Metode ini digunakan untuk mengantisipasi terjadinya kesalahan atau *defect* dengan menggunakan langkah-langkah terukur dan terstruktur. Dengan berdasar pada data yang ada, maka *continuous improvement* dapat dilakukan berdasar metodologi six sigma yang meliputi DMAIC (Pete& Holpp, 2002).

A. Define

Menurut (Pande dan Cavanagh, 2002) tiga aktivitas utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses inti dan para pelanggan adalah:

1. Mendefinisikan proses inti mayor dari bisnis.
2. Menentukan output kunci dari proses inti tersebut, dan para pelanggan kunci yang dilayani.
3. Menciptakan peta tingkat tinggi dari proses inti atau proses strategis.

Pada tahapan ini menentukan jenis *defect* yang terjadi terhadap adanya kerusakan pada proses produksi. Dan menentukan target yang ingin dicapai. Cara yang ditempuh adalah:

1. Menentukan CTQ dari proses pembuatan botol plastik ASB 2000 ml dengan menggunakan pareto.
2. *Flow diagram* digunakan untuk membantu mendefinisikan proses.
3. Menetapkan sasaran dan tujuan peningkatan kualitas six sigma berdasarkan hasil perhitungan DPMO – nilai sigma, CTQ dan analisa proses produksi botol plastik 2000 ml.

B. Measure

Tahap pengukuran dilakukan melalui dua tahap yaitu:

1. Menghitung DPMO dan nilai sigma dari *defect* keseluruhan yang terjadi diproses produksi botol plastik ASB 2000 ml
2. Menghitung DPMO dan nilai sigma dari setiap jenis *defect* yang didapat dari CTQ dan melakukan FMEA pada setiap jenis *defect* untuk mengetahui jenis *defect* yang harus ditangani dahulu sesuai dengan RPN yang dihitung.

C. *Analyze*

Mengidentifikasi penyebab masalah kualitas dengan menggunakan:

1. Brainstorming
2. Diagram sebab – akibat :  
Diagram sebab akibat digunakan sebagai pedoman teknis dari fungsi-fungsi operasional proses produksi untuk memaksimalkan nilai-nilai kesuksesan tingkat kualitas produk sebuah perusahaan pada waktu bersamaan dengan memperkecil risiko-risiko kegagalan.
3. FMEA (*Failure Models and Effect Analysis*)  
*Failure Models and Effect Analysis* atau analisa kegagalan dari produk / proses dan efek – efeknya merupakan suatu kegiatan mendokumentasikan pengidentifikasian untuk menghilangkan atau mengurangi kemungkinan potensi kegagalan yang terjadi. Mencari penyebab jenis *defect* yang paling beresiko untuk ditangani terlebih dahulu.

D. *Improve*

Perancangan pada tahap improve dilakukan dengan cara menganalisa penyebab dengan RPN tertinggi. Melakukan analisa penggantian mesin untuk melakukan perbaikan terhadap faktor penyebab yang memiliki RPN tertinggi.

E. *Control*

Menurut Susetyo (2011) *Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan Six Sigma. Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau

tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

F. *Analisa Penggantian*

Menurut (Pujawan, 2009) sebuah keputusan yang seringkali dihadapi oleh perusahaan maupun organisasi pemerintah adalah apakah aset yang ada saat ini harus dihentikan dari penggunaannya, diteruskan setelah dilakukan perbaikan, atau diganti dengan aset baru. Oleh karena itu, masalah penggantian (*replacement problem*) memerlukan analisis ekonomi teknik yang sangat hati-hati agar dapat diperoleh informasi yang dibutuhkan untuk membuat keputusan logis yang selanjutnya dapat memperbaiki efisiensi operasi serta posisi persaingan perusahaan.

Kadang-kadang analisis ini berupa pertanyaan mengenai apakah kita harus menghentikan penggunaan sebuah aset tanpa dilakukan penggantian (*abandonment*) atau apakah kita tetap mempertahankan aset tersebut sebagai cadangan (*back-up*) daripada sebagai penggunaan utama. Keputusan dapat berupa pertanyaan apakah keharusan perubahan tersebut dapat dipenuhi dengan memperbesar kapasitas atau kemampuan aset yang sudah ada saat ini atau apakah harus mengganti aset yang ada saat ini (aset lama), yang secara deskriptif sering disebut sebagai *defender*, dengan sebuah aset baru. Satu atau lebih alternatif aset pengganti (baru) kemudian disebut sebagai penantang (*challenger*).

Empat alasan utama yang meringkas sebagian besar penyebab penggantian aset adalah sbb:

1. Kerusakan (pemburukan) fisik: adalah perubahan yang terjadi pada kondisi fisik aset. Biasanya, penggunaan berlanjut (penuaan) akan menyebabkan pengoperasian sebuah aset menjadi kurang efisien.
2. Keperluan perubahan: aset modal (*capital asset*) digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang dapat memenuhi keinginan manusia.
3. Teknologi: Dampak perubahan teknologi terhadap berbagai jenis aset akan berbeda-beda. Contoh: peralatan manufaktur terotomatisasi.
4. Pendanaan: Faktor keuangan melibatkan perubahan peluang ekonomi eksternal

terhadap operasi fisik atau penggunaan aset dan akan melibatkan pertimbangan pajak. Contoh: menyewa (mengontrak) aset mungkin akan lebih menarik daripada memiliki aset tersebut.

Umur ekonomi (*economic life*) adalah periode waktu (tahun) yang menghasilkan *equivalent uniform annual cost* (EUAC) minimum dari kepemilikan dan pengoperasian sebuah aset.

Umur kepemilikan (*ownership life*) adalah periode antara tanggal perolehan dan tanggal “pembuangan” (*disposal*) oleh seorang pemilik.

Umur fisik (*physical life*) adalah periode antara perolehan awal dan pelepasan (pembuangan) akhir sebuah aset selama rangkaian kepemilikannya.

Masa manfaat (*useful life*) adalah periode waktu (tahun) selama sebuah aset berada dalam masa produktif (baik sebagai aset utama maupun cadangan). Masa manfaat adalah estimasi seberapa lama sebuah aset diharapkan dapat dimanfaatkan dalam perdagangan atau bisnis untuk menghasilkan pendapatan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai profil perusahaan, penjelasan tentang data – data yang dikumpulkan, setelah itu dilakukan pengolahan data dengan menggunakan teori – teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dan pembahasan dari hasil penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

#### 3.1. Define

Pada tahap *define* mendefinisikan masalah kualitas yang terjadi di proses produksi pembuatan botol 2000 ml. Pengamatan dan data yang diambil selama periode Januari – Juni 2014 untuk dapat melihat jenis *defect* yang terjadi pada proses pembuatan botol kemasan 2000 ml pada mesin *blow molding* ASB 2000 ml. Pada tahapan ini akan dijelaskan secara umum tentang proses yang terjadi saat proses pembuatan botol plastik 2000 ml dan mengetahui jenis *defect* yang terjadi.

Pada tahap *define* dijelaskan tentang proses pembuatan botol plastik 2000 ml dan *defect* yang terjadi pada proses pembuatan botol plastik 2000 ml. Berdasarkan analisa adanya total *defect* yang dihasilkan selama proses

pembuatan botol plastik 2000 ml sebesar 8,638942 % (persen), sedangkan batas yang ditetapkan oleh perusahaan untuk *defect* yang terjadi pada mesin *blow molding* ASB 2000 ml adalah 5 % (persen) atau sama dengan nilai sigma 3,14. Sedangkan untuk saat ini nilai sigma dari mesin *blow molding* ASB 2000 ml adalah 2,86. Berdasarkan permasalahan adanya *defect* yang disebabkan oleh cacat botol, cacat *perform*, dan cacat *runner* yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan maka perlu adanya tindakan atau sesuatu perencanaan strategi pengendalian kualitas yang tepat sehingga dapat mengurangi atau menekan *defect* yang terjadi. Sehingga untuk mencapai target yang diinginkan maka perusahaan perlu melakukan perbaikan yang diawali mencari penyebab untuk setiap jenis *defect*. Setelah itu dilakukan analisa dengan FMEA untuk mendapatkan nilai RPN yang memiliki pengaruh terbesar terhadap terjadinya *defect* dan dilakukan perbaikan yang sesuai dari hasil analisa FMEA.

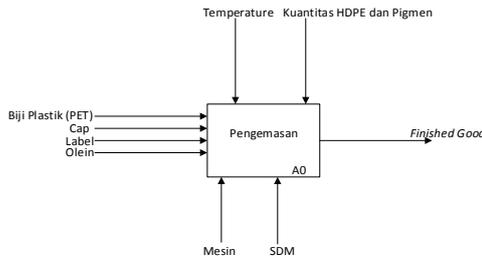
#### 3.1.1. Proses Pembuatan Botol Plastik

Injection Blow Mold adalah proses pembentukan produk berbahan plastik dengan cara diinjeksikan terlebih dahulu untuk bakalan plastik yang akan di blow. Terdiri dari komponen Injeksi dan Blow. Secara umum digunakan untuk kontainer dengan ukuran yang relatif kecil. Sering digunakan untuk kontainer yang terdapat bentuk ulir pada bagian leher pada botol

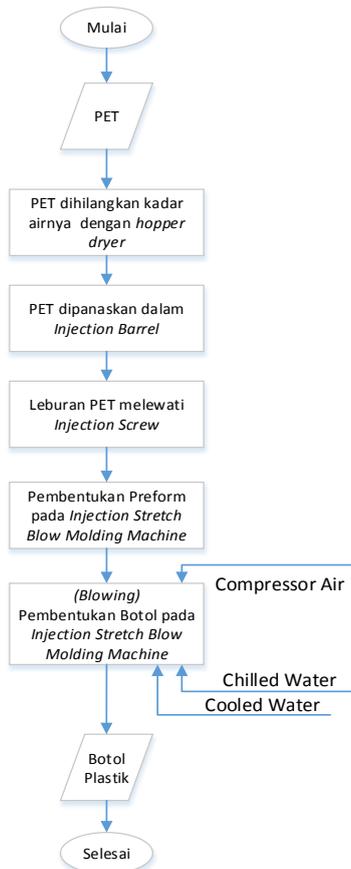
Tahapan Proses:

1. Plastik dalam keadaan melting diinjeksikan kedalam kaviti dalam bentuk bakalan
2. Plastik dipindah ke cetakan blowing
3. Udara di tiupkan sehingga plastik mengembang dan menempel sesuai bentuk mold
4. Cetakan membuka untuk pengeluaran produk

PT. X menggunakan mesin *blow molding* dengan metode *stretch blow molding*. *Stretch blow molding* adalah proses pembentukan plastik dengan cara di rentangkan (*stretch*) sampai tercapai ukuran yang diinginkan dengan mempertimbangkan ketebalan bakalan plastik. Sistem *blow molding* ini sangat baik digunakan untuk plastik dengan jenis PET. Mesin *blow molding* ini terdiri dari komponen injeksi, *stretcher* dan *blow*.



**Gambar 4** Proses Produksi Botol Plastik 2000 ml



**Gambar 5** Diagram Alir Proses Produksi Botol Plastik 2000 ml

Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dijelaskan proses yang terjadi selama pembentukan botol plastik 2000 ml. Pertama, biji PET akan melalui proses penghilangan kadar air pada *hopper dryer*. Setelah kadar air hilang pada biji plastik, selanjutnya biji plastik akan dipindahkan ke *injection barrel* untuk dilebur. Leburan PET kemudian melewati *injection screw* untuk diinjeksikan ke lubang *inject*. Setelah itu dimulai proses pembentukan *preform* pada *injection stretch blow molding machine*. Kemudian leburan PET ditiup sehingga nantinya akan berbentuk botol plastik. Botol

plastik terbentuk setelah tahap peniupan selesai dilakukan dan botol siap dipakai.

### 3.1.2. CTQ (Critical to Quality)

Fase *Define* merupakan langkah awal dalam analisa Six Sigma, hal pertama yang dilakukan dalam fase ini adalah mengidentifikasi hal-hal yang dianggap penting dalam proses produksi (*Critical to Quality* atau *CTQ*), garis besar pada proses berlangsungnya produksi ada beberapa kendala yang sering terjadi, yaitu pada kemasan botol 2000 ml, karena produk ini yang memiliki *defect* dengan tingkat yang tinggi jika dibandingkan dengan tiga kemasan botol lain yang diproduksi oleh PT. X.

Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak kepala bagian *cooking oil* yang merupakan penanggung jawab langsung dari pembuatan kemasan botol minyak goreng bimoli, pihak visual (*checker*) dan pelaku produksi, diketahui bahwa *CTQ* terdiri dari cacat botol dan *defect* yang dihasilkan dari proses pembuatan botol plastik.



**Gambar 6** Diagram Pareto Defect Mesin Blow Molding ASB 2000 ml

*Defect* yang terjadi dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu: cacat botol, cacat *preform*, dan cacat *runner*. Ketiga jenis *defect* tersebut nantinya akan dihitung DPMO dan nilai sigmanya. Ketiga jenis *defect* tersebut diukur dalam satuan kilogram (kg). Gambar 6 menunjukkan akumulasi *defect* yang terjadi. Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa *defect preform* memiliki persentase yang tinggi dibandingkan *defect runner* dan *defect* botol.

### 3.2. Measure

Langkah awal yang harus dilakukan adalah mengukur DPMO dan nilai sigma dari mesin ASB 2000 ml. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berada diposisi mana tingkat *defect* yang terjadi di mesin *blow molding* ASB 2000 ml.

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan DPMO dan nilai sigmanya:

Total Botol Rusak dalam Unit	= 1.084.494 botol
Total Botol Rusak dalam Kg	= (1.084.494 botol x 73, 6 gram)/1000
	= 442,336 kg
Total Defect Runner	= 1330, 35 kg
Total Defect Preform	= 5855, 32 kg
Total Waste	= Total (Botol Rusak + Defect Runner + Defect Preform)
	= 7628,006 kg
Total Pakai Bahan	= 88297, 92 kg

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat Produksi}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 1.000.000$$

$$= \frac{7628,006}{88297,92} \times 1.000.000$$

$$= 86389,42$$

Nilai Sigma = 2, 86

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa *defect* yang dihasilkan pada mesin *blow molding* ASB 2000 ml sangat tinggi. Dapat disimpulkan dari DPMO sebesar 86389,42 kerusakan untuk sejuta produksi dan nilai sigma yang berada pada 2,86. Maka diperlukan perhatian khusus dan perbaikan kualitas untuk menekan *defect* yang terjadi, karena *defect* yang dihasilkan dari proses pembuatan botol 2000 ml tidak dapat diproses ulang dan harus dihancurkan. Ini menyebabkan perusahaan harus melakukan proses lebih dan ini dapat merugikan perusahaan.

Setelah dilakukan pendefinisian masalah yang akan dianalisis, kemudian pada fase *measure* dilakukan pengukuran tingkat DPMO dan nilai sigma dari *defect* yang dihasilkan. Kemudian mencari *defect* yang dominan untuk dilakukan perbaikan.

**Tabel 1** Data DPMO dan Nilai Sigma dari Jenis *Defect Runner*

No.	Bulan	Total Pemakaian Bahan ( Kg )	Runner	DPMO	Nilai Sigma
1	Januari	11.857,41	95,3	8.037,168	
2	Februari	5.564,8	57,6	10.350,78	
3	Maret	15.935,91	226,7	14.225,73	
4	April	18.164,98	277,1	15.254,63	
5	Mei	20.994,69	381,3	18.161,74	
6	Juni	15.780,13	292,35	18.526,46	
<b>Total</b>		<b>88.297,92</b>	<b>1.330,35</b>	<b>15.066,61</b>	<b>3,67</b>

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat Produksi}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 1.000.000$$

$$= \frac{1330,35}{88297,92} \times 1.000.000$$

$$= 15066,61$$

Nilai Sigma = 3,67

Pada Tabel 1 menunjukkan data jenis *defect runner* dari bulan Januari – Juni 2014. Dalam Tabel 1 dapat diketahui bahwa total pemakaian bahan PET (biji plastik) yang digunakan adalah 88297, 92 kilogram. Sedangkan untuk *reject runner* adalah sebesar 1330, 35 kilogram.

Kemudian setelah total pemakaian bahan dan jenis *defect runner* telah diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung DPMO untuk mengetahui tingkat DPMO dari jenis *defect runner*. Langkahnya dapat dilihat di perhitungan dibawah ini. Nilai DPMO dari jenis *defect runner* adalah 1330,35 kerusakan untuk sejuta produksi dan nilai sigma yang didapat dari DPMO yang telah dihitung adalah sebesar 3,67.

**Tabel 2** Data DPMO dan Nilai Sigma dari Jenis *Defect Preform*

No.	Bulan	Total Pemakaian Bahan ( KG )	PREFORM	DPMO	Nilai Sigma
1	Januari	11.762,11	496	42.169,3	
2	Februari	5.507,2	317	57.561,01	
3	Maret	15.709,21	1.077,5	68.590,34	
4	April	17.887,88	1.410	78.824,32	
5	Mei	20.613,39	1.444	70.051,55	
6	Juni	15.487,78	1.110,82	71.722,35	
<b>Total</b>		<b>8.6967,57</b>	<b>5.855,32</b>	<b>67.327,63</b>	<b>3</b>

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat Produksi}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 1.000.000$$

$$= \frac{5855,32}{86967,57} \times 1.000.000$$

$$= 67327,63$$

Nilai Sigma = 3

Pada Tabel 2 menunjukkan data jenis *defect preform* dari bulan Januari – Juni 2014. Dalam Tabel 2 dapat diketahui bahwa total pemakaian bahan PET (biji plastik) yang digunakan adalah 86967,57 kilogram. Sedangkan untuk *reject preform* adalah sebesar 5855,32 kilogram. Karena proses *preform* terjadi setelah proses *runner* selesai dilakukan maka untuk total pemakaian PET (biji plastik) didapat dari penjumlahan total hasil baik ditambah dengan total jenis *defect* yang terjadi sehingga didapat nilai sebesar 86967,57 kilogram.

Kemudian setelah total pemakaian bahan dan jenis *defect preform* telah diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung DPMO untuk mengetahui tingkat DPMO dari jenis

*defect preform*. Langkahnya dapat dilihat di perhitungan dibawah ini. Nilai DPMO dari jenis *defect preform* adalah 67327,63 kerusakan untuk sejuta produksi dan nilai sigma yang didapat dari DPMO yang telah dihitung adalah sebesar 3.

Pada Tabel 3 menunjukkan data jenis *defect* cacat botol plastik dari bulan Januari – Juni 2014. Dalam Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa total botol yang digunakan adalah 1.084.494 dan karena perhitungan DPMO dalam kilogram maka jumlah total botol dikalikan berat kosong botol yang sebesar 73,6 gram maka didapat 79818,758 kilogram. Sedangkan untuk botol *reject* adalah sebesar 6010 botol dan seperti yang telah dijelaskan jika perhitungan DPMO dalam kilogram maka total botol dikalikan 73, 6 gram maka didapat 442,336 kilogram jenis *defect* botol plastik.

**Tabel 3** Data DPMO dan Nilai Sigma dari Jenis *Defect* Cacat Botol dalam Unit

No	Bulan	Pemakaian Botol		DPMO	Nilai Sigma
		Produk Botol	Rusak		
1	Januari	207.600	936	4508.671	
2	Pebruari	30.216	165	5460.683	
3	Maret	182.472	663	3633.434	
4	April	249.108	1.524	6117.828	
5	Mei	229.614	1.357	5909.918	
6	Juni	185.484	1.365	7359.125	
Total		1.084.494	6.010		
Total dalam kilogram		79.818,758	442,336	5.541,775	4,08

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO} &= \frac{\text{Total Cacat Produksi}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 1.000.000 \\
 &= \frac{442.336}{79818.758} \times 1.000.000 \\
 &= 5.541,775
 \end{aligned}$$

Nilai Sigma = 4, 08

Kemudian setelah produk botol dan botol rusak atau cacat dikonversi ke kilogram, langkah selanjutnya adalah menghitung DPMO untuk mengetahui tingkat DPMO dari jenis *defect* cacat botol. Langkahnya dapat dilihat di perhitungan dibawah ini. Nilai DPMO dari jenis *defect* cacat botol plastik adalah 5.541, 775 kerusakan untuk sejuta produksi dan nilai sigma yang didapat dari DPMO yang telah dihitung adalah sebesar 4, 08.

### 3.2.1. Analisa Tujuan

Mendefinisikan masalah – masalah standar kualitas atau mendefinisikan penyebab – penyebab *defect* yang menjadi penyebab

dalam menghasilkan produk botol plastik . Tiga penyebab paling potensial dalam menghasilkan produk akhir diidentifikasi sebagai *defect runner, defect preform, dan defect* cacat botol.

Menetapkan sasaran dan tujuan peningkatan kualitas six sigma berdasarkan hasil observasi: mengurangi atau menekan *defect* yang terjadi dari proses pembuatan botol plastik 2000 ml di mesin *blow molding* ASB 2000 ml.

**Tabel 4** Data Persentase *Defect* pada Mesin *Blow Molding* ASB 2000 ml Periode Januari – Juni 2014

Jenis Defect	Total dalam kg	Pemakaian Bahan	Persen Defect
Botol	442.336	88.297,92	8,638942
Runner	1330.35		
Preform	5855.32		
Total	7628.006		

Tabel 4 menunjukan data presentase *defect* pada Terbukti dengan adanya total *defect* yang dihasilkan sebesar 8,638942 % (persen), sedangkan batas yang ditetapkan oleh perusahaan untuk *defect* yang terjadi pada mesin *blow molding* ASB 2000 ml adalah 5 % (persen).

Berdasarkan permasalahan adanya *defect* yang disebabkan oleh cacat botol, cacat *preform*, dan cacat *runner* yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan maka perlu adanya tindakan atau sesuatu perencanaan strategi pengendalian kualitas yang tepat sehingga dapat mengurangi atau menekan *defect* yang terjadi.

### 3.3. Analyze

Pada tahap *analyze* disini menggunakan *fish bone tools* untuk memetakan penyebab yang menimbulkan dari tiga *defect* (botol, *runner, preform*) dan FMEA untuk mencari RPN tertinggi penyebab *defect*.

Pemilihan prioritas rekomendasi dari hasil FMEA merupakan langkah yang selanjutnya dilakukan untuk memberikan usulan perbaikan berdasarkan nilai FMEA dari perhitungan RPN. Tabel 5 menunjukkan hasil rekap dari perhitungan RPN dari FMEA ketiga jenis cacat. Perhitungan RPN selanjutnya diambil tiga besar penyebab yang memiliki nilai tertinggi dari setiap jenis cacat. Ketiga jenis cacat tersebut meliputi jenis cacat botol cacat 2000 ml, cacat *runner*, dan cacat *preform*.

Botol cacat 2000 ml memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu: , belum adanya standar untuk *start up* mesin dengan nilai RPN sebesar 448, komponen melebihi batas usia pakai dengan RPN sebesar 378, dan tidak adanya standar pengecekan mesin dengan RPN sebesar 336.

**Tabel 5** Rekap Hasil Perhitungan RPN

Jenis Cacat Botol Cacat 2000 ml		
Rank	Penyebab Cacat	RPN
1	Belum Adanya Standar Untuk <i>Strat Up</i> Mesin	448
2	Komponen Melebihi Batas Usia Pakai	378
3	Tidak Adanya Standar Pengecekan Mesin	336
Jenis Cacat <i>Runner</i>		
Rank	Penyebab Cacat	RPN
1	Tidak Adanya Standar Pengecekan Mesin	441
2	Kurangnya Kesadaran Operator Terhadap Mesin	336
3	Ada Sisa Material Di <i>Injection Screw</i>	240
Jenis Cacat <i>Preform</i>		
Rank	Penyebab Cacat	RPN
1	Kerusakan Komponen di Mesin ASB 2000 ml	648
2	Belum Adanya Standar Untuk <i>Strat Up</i> Mesin	576
3	Kurangnya Kesadaran Operator Terhadap Mesin	504

Cacat *runner* memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu:., tidak adanya standar pengecekan mesin sebesar 441, kurangnya kesadaran operator terhadap mesin dengan RPN sebesar 336 dan ada sisa material di *injection screw* dengan RPN sebesar 240.

Cacat *preform* memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu: kerusakan komponen di mesin asb 2000 ml dengan RPN sebesar 648, belum adanya standar untuk *Start Up* mesin dengan RPN sebesar 576, dan kurangnya kesadaran operator terhadap mesin dengan RPN sebesar 504.

Tabel 5 menunjukkan dari tiga jenis cacat dengan tiga penyebab tertinggi. Maka selanjutnya dapat dilihat bahwa penyebab utama dari ketiga jenis *defect* tersebut adalah kerusakan komponen di mesin asb 2000 ml yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 648 di jenis *defect preform*. Kerusakan komponen di mesin ASB 2000 ml yang jelas ini dapat mengakibatkan sering tingginya *down time*. Kondisi mesin seperti rusaknya komponen mesin yang dapat terjadi waktu mesin akan atau sedang dalam keadaan proses produksi. Selain itu belum adanya standar *start up* mesin mengakibatkan setiap kali akan memulai produksi haru melakukan penyetelan berulang – ulang untuk mendapatkan hasil produk sesuai standar. Ditambah dengan kemampuan analisa operator yang berbeda menyebabkan penanganan masalah yang terjadi di mesin ASB

2000 ml akan mengakibatkan lamanya penanganan *down time*. *Down time* yang tinggi berbanding lurus dengan *defect* botol dan *preform* yang dihasilkan mesin *blow molding* ASB 2000 ml. Semakin sering terjadi *down time* maka *defect* yang terjadi *defect* yang dihasilkan mesin *blow molding* ASB 2000 ml khususnya *defect preform* semakin tinggi.

Maka diperlukannya perbaikan terhadap satndar pengecekan mesin sehingga mesin yang ditangani mendapatkan perawatan yang sesuai sehingga dapat meminimumkan *defect* yang terjadi pada proses pembuatan botol plastik 2000 ml.

### 3.4. Improve

Perhitungan FMEA yang telah dilakukan sebelumnya dapat diketahui bahwa penyebab *defect* yang begitu tinggi untuk jenis cacat *preform* adalah *down time* mesin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap kali terjadi *down time* mesin maka *defect preform* akan terjadi, maka hal ini dapat dikatakan berbanding lurus. Semakin sering terjadi *down time* maka *defect preform* akan tinggi pula.

*Defect preform* yang tinggi tentunya akan membuat perusahaan mengalami kerugian. Maka dari itu perlu adanya tindakan untuk mengurangi *down time* yang terjadi pada mesin *blow molding* ASB 2000 ml. Perlu diketahui penyebab *down time* mesin tertinggi diakibatkan oleh hal apa dan data *down time* mesin *blow molding* ASB 2000 ml selama bulan Januari – Juni 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.16. Berdasarkan analisa Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa penyebab *down time* mesin *blow molding* ASB 2000 ml adalah mesin botol kerusakan jenis mekanik yang memiliki total 9335 menit *down time* mesin.

Mesin botol kerusakan jenis mekanik memerlukan penanganan. Maka perlu diketahui penyebab dari kerusakan mekanik di mesin botol. Data penyebab kerusakan mekanik mesin botol dapat dilihat di Tabel 7

Gambar 7 memperlihatkan penyebab *down time* mesin adalah kerusakan komponen yang terjadi di mesin botol. Maka dari itu perlu dilakukan perhatian terhadap kerusakan yang terjadi di mesin botol.



**Gambar 7** Diagram Pareto *Down Time* Mesin *Blow Molding* 2000 ml

Tindakan yang perlu diambil oleh perusahaan diantaranya bisa melakukan koreksi terhadap penjadwalan perawatan mesin *blow molding* ASB 2000 ml. Setelah melakukan diskusi dengan bagian produksi dan bagian perawatan untuk melakukan perbaikan terhadap kerusakan mesin botol *blow molding* ASB 2000 ml diketahui bahwa mesin tersebut sudah *discontinyu* dan komponen mesin sudah tidak diproduksi. Mesin tersebut dibeli pada tahun 1994 saat pertama kali pabrik berdiri dan memiliki umur ekonomis 10 tahun. Berdasarkan hal tersebut maka hal yang perlu dilakukan adalah melakukan perbaikan dengan cara analisa penggantian mesin.

Keadaan demikian yang membuat meminta tingkat manajemen perusahaan melakukan tindakan lebih lanjut. Manajemen perusahaan kemungkinan melakukan penggantian mesin dengan teknologi dan kapasitas lebih baru untuk mengganti mesin lama yang sudah usung. Jika mempertahankan mesin lama dikhawatirkan akan merugikan perusahaan karena *defect* yang terjadi semakin sulit ditekan yang diakibatkan *down time* mesin yang terjadi akibat kerusakan kompo nen mesin yang tidak dapat dikontrol.

**Tabel 6** Data Mesin Lama dan Mesin Baru *Blow Molding* Merek Nissei

Mesin	Nissei ASB 650	Nissei PF4-1BH
Tahun	1994	2014
Harga Perolehan	Rp 4.303.694.439 (1994)	JPY60.000.000 → Rp 6.317.808.000
Biaya Perawatan	Rp 167.674.776 / tahun	Rp 47.383.560
Energi	Rp 239.395.956 / tahun	Rp 85.730.670,56
Biaya Operasional	Rp 407.070.732	Rp. 133.114.231
Umur Ekonomis	10 tahun	12 tahun
Perkiraan Harga Jual Sekarang	Rp 951.792.000	Rp 6.317.808.000
Harga Mesin di akhir tahun	Rp 600.000.000 (pertama)	Rp 4.000.000.000 (10 tahun)
Tingkat Suku Bunga	7,75 % per 13 November 2014	

Mesin lama yang dimiliki perusahaan sejak tahun 1994 dengan merek Nissei ASB. Harga perolehan pada saat itu adalah Rp 4.303.694.439 yang meliputi Mesin ASB seharga Rp 2.273.055.001 (1994), *Handle Insert* seharga Rp 1.227.682.655 (1994), biaya *Install* Rp 154.911.538, dan Mold seharga Rp 648.045.245. Sedangkan untuk biaya perawatan Rp 167.674.776 / tahun. Energi: Rp 239.395.956 / tahun yang meliputi, biaya listrik: Rp 228.219.516 / tahun dan biaya air: Rp 11.176.440 / tahun. Sehingga didapat biaya operasional Rp 407.070.732 didapat dari biaya perawatan ditambah biaya energi. Perkiraan harga sekarang Rp 951.792.000 dan mesin tersebut akan dipertahankan 1 tahun lagi dengan harga jual Rp 600.000.000.

Mesin baru yang akan dibeli adalah Nissei PF4-1BH yang harganya diperkirakan sebesar JPY 60.000.000 → Rp 6.317.808.000. Harga *Blow Molding* model PF4-1BH meliputi mold 2 liter handle dan auxiliary equipment diluar Compressor dan Cooling Tower. Biaya perawatan berkisar 0,75% dari investasi Rp 47.383.560. Perkiraan biaya energi Rp. 85.730.670,56. Biaya operasional 730.670,56 didapat dari biaya perawatan ditambah biaya energi. Umur ekonomis untuk mesin baru 10 tahun. Untuk harga jual ditahun ke 10 sebesar Rp 400.000.000.

Setelah data – data tersebut diketahui maka langkah selanjutnya menghitung nilai EUAC (Equivalent Uniform Annual Cost) mesin lama dan EUAC (Equivalent Uniform Annual Cost) mesin baru. Ini bertujuan untuk melakukan analisis penggantian mesin. Tingkat suku bunga yang dipakai adalah 7,75% berdasarkan BI *rate* per 18 November 2014.

$$EUAC_1 = 951.792.000 (A/P, 7.75\%, 1) + 407.070.732 - 600.000.000 (A/F, 7.75\%, 1)$$

$$= 951.792.000 (1.0775) + 407.070.732 - 600.000.000 (1)$$

$$= 1.025.555.880 + 407.070.732 - 600.000.000$$

$$= Rp 832.626.612$$

$$EUAC_2 = 6.317.808.000 (A/P, 7.75\%, 10) + 133.114.231 - 4.000.000.000 (A/F, 7.75\%, 10)$$

$$= 6.317.808.000 (0.1474) + 133.114.231 - 4.000.000.000 (0.0699)$$

$$= 930.948.969, 0253 + 133.114.231 - 279.413.383, 7888$$

$$= Rp 784.649.816, 2364$$

Berdasarkan perhitungan EUAC diatas, dapat diputuskan bahwa mesin baru lebih efisien dan dapat menghemat Rp 47.976.795,7636 per tahun dibandingkan dengan mesin lama. Artinya dengan menggunakan analisis

penggantian sebagai pihak ketiga, perusahaan bisa menentukan bahwa lebih baik mengganti mesin lama dengan mesin baru.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil analisis six sigma yang dilakukan di PT. X dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari hasil analisa CTQ yang telah dibuat ada beberapa jenis *defect* yang terjadi di mesin *blow molding* ASB 2000 ml yaitu. *Defect runner*, *defect preform*, dan *defect botol*.
2. Nilai DPMO dari jenis *defect runner* adalah 1330, 35 dan nilai sigma sebesar 3, 67. Nilai DPMO dari jenis *defect preform* adalah 67327, 63 dan nilai sigma sebesar 3. Nilai DPMO dari jenis *defect cacat botol plastik* adalah 5.541,775 dan nilai sigma sebesar 4, 08.
3. Cacat *runner* memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu: tidak adanya standar pengecekan mesin sebesar 441, kurangnya kesadaran operator terhadap mesin dengan RPN sebesar 336 dan ada sisa material di *injection screw* dengan RPN sebesar 240. Cacat *preform* memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu: kerusakan komponen di mesin asb 2000 ml dengan RPN sebesar 648, belum adanya standar untuk *Start Up* mesin dengan RPN sebesar 576, dan kurangnya kesadaran operator terhadap mesin dengan RPN sebesar 504. Botol cacat 2000 ml memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu: belum adanya standar untuk *startup* mesin dengan nilai RPN sebesar 448, komponen melebihi batas usia pakai dengan RPN sebesar 378, dan tidak adanya standar pengecekan mesin dengan RPN sebesar 336.
4. Berdasarkan perhitungan EUAC dapat diputuskan bahwa mesin baru lebih efisien

dan dapat menghemat Rp 47.976.795, 7636 per tahun dibandingkan dengan mesin lama.

#### Daftar Pustaka

Gasperz, Vincent, (2006), *Continous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Kazmer, D. O., (1992), "Simulation of the Blow Molding and Thermoforming Processes," Proceedings of the International Industrial Engineering Conference, p. 269-275, Chicago, IL, May 17-20 <http://kazmer.uml.edu/staff/papers.html> (diakses 10 oktober 2014)

Pande, Neumann, Roland R. Cavanagh, (2002), *The Six Sigma Way Bagaimana GE, Motorola & Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: ANDI.

Pete & Holpp, (2002), *What Is Six Sigma*, Yogyakarta: ANDI.

Pujawan, I Nyoman, (2009), *Ekonomi Teknik*, Surabaya: Guna Widya.

Susetyo, Joko, Winarni dan Hartanto Catur, *Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk*. Jurnal Teknologi, Volume 4 Nomor 1, Juni 2011, 61-53. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fjurtek.akprind.ac.id%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F78\\_87\\_joko\\_susetyo.pdf&ei=cI3RVPWGLoi3mwXU2ILoBw&usq=AFQjCNEuzm-yRU1ZRqKnXc2RikfU\\_2Q4QQ&sig2=nFtiL2ID\\_R\\_iZGpxqYaFCQ&bv m=bv.85076809,d.dGY](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fjurtek.akprind.ac.id%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F78_87_joko_susetyo.pdf&ei=cI3RVPWGLoi3mwXU2ILoBw&usq=AFQjCNEuzm-yRU1ZRqKnXc2RikfU_2Q4QQ&sig2=nFtiL2ID_R_iZGpxqYaFCQ&bv m=bv.85076809,d.dGY) (diakses pada 21 oktober 2014)