

# **ANALISIS PEMBOROSAN (WASTE) MATERIAL PADA PROSES PRODUKSI AQUA KEMASAN 240ML DI PT. TIRTA INVESTAMA KLATEN**

**Yulius Pradana S.P., Naniek Utami Handayani<sup>\*</sup>), Hery Suliantoro**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: pemborosan paling tinggi yang terjadi pada proses produksi; faktor yang menyebabkan terjadinya pemborosan; dan solusi yang tepat untuk meminimalisir pemborosan yang terjadi pada proses produksi Aqua kemasan 240 ml. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan Lean Six Sigma (LSS) dengan metode DMAIC atau struktur Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control, yaitu framework untuk memperbaiki proses yang bermasalah. Teknik analisis menggunakan cause effect diagram, diagram SIPOC, FMEA dan FTA. Hasil penelitian menyimpulkan: *Pertama*, kegagalan produksi cup yang paling tinggi terjadi karena “cacat cup” yang disebabkan faktor penggunaan material aluminium dan mol kotor. Solusinya, ganti material dengan karbon, pemasangan blower, dan membuat SOP. *Kedua*, kegagalan pengisian cup yang paling tinggi terjadi karena “LID proses dalam” yang disebabkan faktor setting suhu sealingdisc tidak sesuai, elastisitas LID kurang, dan sensor LID tidak berfungsi. Solusinya, operator lebih teliti, training SDM, dan kalibrasi sensor eye dilakukan setiap minggu. *Ketiga*, pemborosan tumpahan air saat pengisian cup yang disebabkan bentuk lubang nozzle filling tanpa penampang, sehingga tekanan air pengisian cup terlalu kencang menyebabkan air banyak yang tumpah. Solusinya, mengganti nozzle filling dengan bentuk lubang penampang. Setelah diujicoba, nozzle filling berpenampang tersebut mampu menurunkan tingkat pemborosan tumpahan air secara signifikan.

**Kata Kunci :** Pemborosan, DMAIC, Produksi Aqua, Klaten.

## **ABSTRACT**

*This study aims to determine: the highest level of waste that occurs in the production process; factors that causing waste; and the right solution for minimizing waste that occurs in the production process Aqua 240 ml. In this research by using approach Lean Six Sigma (LSS) with the DMAIC method or structure Define, Measure, Analyze, Improve, and Control, the framework to improve the process in question. Cause effect analysis techniques using diagrams, SIPOC, FMEA and FTA. The study result : First, the highest defect rank of cup production happened because of aluminum material utilization factor and dirt of mould. The solution by replacing aluminum with carbon material, blower installation, and SOP. Second, the highest defect rank of filling process happened because “inside LID process” due to sealingdisc temperature setting is not appropriate, LID less elasticity, and the malfunction of LID sensor. The solution, operators should give more attention in maintenance, human resources training, and the eye sensor calibration diciplynly done every week. Third, waste of overfill when cup filling process due to the shape of nozzle holes without cross-section, so that the water pressure filling cup too tight causing a lot of water is spilled. The solution by replacing the filling nozzle with a cross-section shape of the hole. Once tested, the new filling nozzle is able to reduce the level of waste water spills significantly.*

**Keywords:** Waste, DMAIC, Aqua production, Klaten.

## PENDAHULUAN

PT. AQUA Golden Mississippi atau yang saat ini dikenal sebagai PT. Tirta Investama (TIV) merupakan pelopor perusahaan AMDK di Indonesia, yang salah satu pabriknya berada di kota Klaten. Perusahaan ini menghasilkan produk air mineral dalam kemasan gelas plastik ukuran 240 ml, kemasan botol plastik dengan ukuran 330 ml, 600 ml, 1500 ml, 500 ml untuk mizone, serta kemasan galon dengan kemasan 19 liter. Dalam sistem produksinya, PT. Tirta Investama menerapkan sistem *make to order* atau membuat produk sesuai dengan permintaan pelanggan. Dalam melakukan kegiatan produksinya PT. Tirta Investama tidak lepas dari masalah produktivitas. Padahal mengingat persaingan dalam dunia industri semakin ketat yang menyebabkan perusahaan memerlukan metode untuk meningkatkan target produksi agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Produktivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal (Herjanto, 1999). Produktivitas yang tinggi akan menciptakan efisiensi dalam kegiatan operasional perusahaan, yang mana tingkat produktivitas itu sendiri sangat dipengaruhi oleh kinerja pegawai perusahaan tersebut sebagai modal atau *input* dan hasil produksi sebagai *output* perusahaan. Dalam upaya peningkatan produktivitas ini segala hal yang termasuk dalam kegiatan *inefficiency* perlu dikurangi dan bahkan dihilangkan. Kegiatan *inefficiency* ini seringkali disebabkan oleh *non value added* atau yang biasa disebut pemborosan (*waste*).

Dalam upaya peningkatan produktivitas, pemborosan ini akan memberikan efek kerugian bagi perusahaan. Berdasarkan studi pendahuluan pada bulan Juli diketahui bahwa PT Tirta Investama mengalami permasalahan pemborosan pada bagian produksi pembuatan air minum kemasan 240ml. Pemborosan-pemborosan yang terjadi pada proses produksi Aqua kemasan 240ml tersebut berupa *defect* dan *overflow*. Adapun *defect* tersebut terjadi pada proses pembuatan *cup*, proses penyimpanan *cup*, proses *sealing*, dan proses *packaging*, sedangkan *overflow* terjadi pada pengisian air di bagian *filler*.

*Defect* pada proses pembuatan *cup* terjadi ketika suhu yang digunakan untuk pembuatan lembaran (*sheet*) tidak sesuai dengan standar yang seharusnya, yaitu 115-120 °C. Apabila suhu terlalu tinggi maka akan menyebabkan lembaran (*sheet*) menjadi terlalu lembek, sedangkan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan lembaran (*sheet*) menjadi terlalu keras. Hal tersebut juga akan berpengaruh terhadap pembentukan (*foaming*) *cup*, karena terlalu lembek atau terlalu kerasnya lembaran (*sheet*) yang digunakan akan menyebabkan *defect* pada *cup*. *Defect* pada proses *sealing* terjadi ketika suhu yang digunakan untuk melakukan proses *sealing* terlalu tinggi, sehingga mengakibatkan label tidak menempel pada *cup* dan menyebabkan kebocoran. *Defect* yang terjadi pada proses *packaging* dikarenakan kondisi *box* yang lembab, sehingga menyebabkan karton *box* tidak dapat menempel dengan baik. Berdasarkan rekapitulasi data yang diperoleh pada bulan Juli

menunjukkan *reject* sebesar 10.571 buah untuk *reject cup*, 1.277 untuk karton *box* dan tidak ada label yang *reject*. Jika dibandingkan jumlah produksi bulan Juli sebesar 11.563.200 buah, hal ini berarti tingkat kegagalan untuk masing-masing *reject* sebesar 0,09% (*reject cup*) dan 0,53% (*reject karton box*).

*Overflow* adalah tumpahnya air pada bagian *filler* saat pengisian yang terjadi karena terlalu banyaknya air yang diisikan. Bagian *filler* melakukan proses pengisian air ke dalam kemasan. Air yang berasal dari sumber mata air Sigedang dialirkan menuju perusahaan melalui pipa yang bermuara pada area *water treatment* (WT) guna disaring menggunakan filter 0,5 dan 0,1 *micron*. Selanjutnya akan dilakukan proses ozonisasi sebelum nantinya air yang sudah diberi perlakuan khusus tersebut dimasukkan ke dalam kemasan melalui proses *filling*. Pada rekap data bulan Juli tahun 2016 *overflow* terbesar terjadi pada proses *filling* kemasan 240 ml yaitu sebesar 20,45%. Secara keseluruhan, adanya pemborosan yang terjadi pada proses *filling* menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Pemborosan sebesar 20,45% itu merupakan terbuangnya air sebesar 563.781 Liter yang jika dirupiahkan setara dengan Rp 222.349.588,00 (Sumber : *Bagian Performance PT. Tirta Investama Klaten*). Dengan angka pemborosan yang sebesar itu perusahaan ingin melakukan upaya meminimalisir *waste* terbesar sehingga sebisa mungkin dapat menekan angka kerugian khususnya pada proses produksi kemasan 240 ml.

Metode *Lean Six Sigma* ini merupakan pendekatan sistematis untuk mendefinisikan dan menghilangkan *waste* atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan secara terus-menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma. Perusahaan dapat memperbaiki permasalahan yang terjadi selama proses produksinya berlangsung untuk menghindari kerugian akibat pemborosan. Perusahaan dikatakan berkualitas apabila memiliki sistem produksi yang baik dengan proses yang terkendali. Salah satu pendekatan yang dapat memenuhi tujuan tersebut adalah pendekatan *Lean Six Sigma*. Melalui metode *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC) dalam pendekatan *Lean Six Sigma*, maka perusahaan dapat mengidentifikasi *waste* yang terjadi di sepanjang *value stream* yaitu kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (*non value added activities*) seperti jumlah kecacatan produksi yang terjadi, sehingga akan meningkatkan kecepatan proses dan kualitas produksi pada perusahaan (Aditya dkk, 2014). Dengan demikian diharapkan akan meningkatkan keuntungan dan akan mengakibatkan menurunnya kerugian biaya yang dikeluarkan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Lean Six Sigma*

Prinsip *lean six sigma* adalah segala aktivitas yang menyebabkan *critical-to-quality* pada konsumen dan hal-hal yang menyebabkan *waste delay* yang lama pada setiap proses merupakan peluang/kesempatan yang sangat baik untuk melakukan perbaikan dan peningkatan dalam hal biaya, kualitas, modal, dan *lead time* (George, 2002). *Lean six sigma*

merupakan kombinasi antara *lean* dan *six sigma* didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kinerja enam *sigma*, dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi (Gaspersz, 2007). Integrasi antara *lean* dan *Six sigma* akan meningkatkan kinerja bisnis dan industri melalui peningkatan kecepatan (*shorter cycle time*) dan akurasi (*zero defect*). Pendekatan *lean* akan menyingkapkan *non-value added* dan *value added* serta membuat *value added* sepanjang proses *value stream*, sedangkan *Six sigma* akan mereduksi variasi *value added* (Gaspersz, 2007). Terdapat lima tahapan dalam implementasi pengendalian kualitas dengan *six sigma*. Berikut tahap-tahap implementasi pengendalian kualitas dengan *six sigma*.

#### Tahap Pertama : Define

Tahap ini untuk mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan membuat diagram aliran proses dan diagram input proses output. Hal-hal tersebut dibuat sesuai dengan rencana-rencana tindakan (*action plans*) yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci itu. Setiap rencana tindakan harus mengikuti RHUMBA: *Realistic* (realistik), *Humanistic* (memperhatikan aspek-aspek manusia), *Understandable* (dapat dipahami), *Measurable* (dapat diukur), *Behavioral* (dapat dipecah-pecah ke dalam tindakan-tindakan spesifik), dan *Attainable* (dapat mencapai target rencana itu). Rencana-rencana tindakan yang baik dapat dituangkan ke dalam formulir 5W-2H, dengan urutan-urutan: *What* (rencana tindakan apa yang akan dilaksanakan), *When* (periode waktu pelaksanaan rencana tindakan itu), *Where* (dalam tahap proses mana rencana tindakan itu akan diterapkan), *Who* (personel siapa yang bertanggung jawab dalam melaksanakan rencana tindakan itu), *Why* (mengapa rencana tindakan itu dipilih), *How* (bagaimana rencana tindakan itu akan diterapkan), dan *How-Much* (berapa besar biaya yang harus dikeluarkan untuk menerapkan rencana tindakan itu) (Harry dkk, 2000). Pada tahap ini akan dilakukan dengan menggunakan SIPOC Diagram serta *Value Stream Mapping*.

#### Tahap Kedua : Measure

Suatu tujuan yang baik harus mengikhti prinsip SMART: *Specific* (tujuan harus dirumuskan secara spesifik), *Measurable* (hal-hal spesifik itu harus dapat diukur), *Achievable* (dapat dicapai), *Result-oriented* (berorientasi pada hasil – *key process/output variable* – KPOV), dan *Timely* (pencapaian target harus tepat waktu). Langkah-langkah proses dapat menggunakan diagramalir proses (*process flowchart*). Kemudian dilakukan pengukuran-pengukuran yang diperlukan,

mencatat hasil-hasil pada kartu pengendalian proses – proses *control cards*, dan melakukan analisis tentang kapabilitas proses jangka pendek dan jangka panjang. Pada tahap Measure, terdapat tiga hal penting dalam langkah pengukuran ini, yaitu: (1) memilih karakteristik *critical-to-quality* (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan pelanggan, (2) mengukur data pada tingkat *outcome* dan mengukur kinerja proses (Harry dkk, 2000). Pada tahap ini akan dilakukan dengan menggunakan perhitungan banyaknya pemborosan yang terjadi serta menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

#### Tahap Ketiga: Analyze

Pada tahap Analyze, terdapat tiga hal penting dalam langkah analisis ini, yaitu: (1) menetapkan kapabilitas proses (*Cp*), dan (2) mengidentifikasi sumber-sumber variasi. Analisis terhadap kapabilitas proses hanya boleh dilakukan apabila proses berada dalam kondisi stabil (Juran, 1993). Tujuan dari tahap ini adalah mengidentifikasi langkah-langkah apa yang dibutuhkan untuk dilaksanakan dalam meningkatkan suatu proses dan menurunkan sumber-sumber utama penyebab variasi. Dengan kata lain, tujuan dari optimisasi adalah: mencapai terobosan peningkatan dramatis. Hasil-hasil yang diperoleh dalam tahap ini, dapat digunakan untuk memodifikasi batas-batas proses yang lebih baik, memodifikasi langkah-langkah tertentu dari proses, dan/atau memilih material dan peralatan yang lebih baik. Menurut (Gaspersz, 2005), pada umumnya akan diperiksa variabel-variabel yang terkait dengan prinsip 7M, berikut ini:

- a. *Manpower* (tenaga kerja): berkaitan dengan keterampilan kerja.
- b. *Machines* (mesin-mesin): berkaitan dengan sistem perawatan preventif terhadap mesin-mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain.
- c. *Methods* (metode kerja): berkaitan dengan metode kerja yang benar, mengikuti prosedur-prosedur kerja yang ditetapkan.
- d. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong): berkaitan dengan kualifikasi dan keseragaman bahan baku dan bahan penolong yang digunakan dalam proses produksi, serta penanganan terhadap bahan baku dan bahan penolong itu.
- e. *Media*: berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang kondusif.
- f. *Motivation* (motivasi): berkaitan dengan sikap kerja yang benar dan profesional (kreatif, proaktif, mampu bekerja sama dalam tim, dll), yang dalam hal ini akan sangat tergantung pada sistem balas jasa dan penghargaan kepada tenaga kerja.
- g. *Money* (keuangan): berkaitan dengan dukungan keuangan yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas Six Sigma yang akan diterapkan.

Pada tahap ini akan dilakukan dengan menggunakan *Cause-Effect Diagram* dan dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*).

#### **Tahap Keempat: Improve**

Dalam langkah ini harus kreatif dalam mencari cara-cara baru untuk meningkatkan proses agar menjadi lebih baik, lebih efisien dan lebih cepat. Dengan kata lain, langkah *improve* akan meningkatkan elemen-elemen sistem mencapai sasaran kinerja. Penggunaan manajemen proyek dan alat manajemen akan sangat intensif dalam langkah ini. penggunaan alat-alat statistika, juga sangat intensif dalam tahap ini. Dalam langkah *improve* akan terdapat dua hal pokok yang harus dikerjakan, yaitu: (1) mengetahui penyebab potensial yang menyebabkan variasi proses, (2) menemukan hubungan variabel-variabel kunci penyebab variasi itu (Harry dkk, 2000). Pada tahap ini akan dilakukan dengan menggunakan metode *brainstorming*.

#### **Tahap Kelima: Control**

Organisasi dapat menggunakan sistem manajemen kualitas ISO 9001 dan sistem manajemen lingkungan ISO14001 sebagai suatu sistem yang menjamin bahwa prosedur-prosedur terdokumentasi telah diterapkan secara benar. Pengendalian dilakukan terhadap setiap rencana tindakan yang diterapkan, agar mencapai hasil target peningkatan sigma yang diharapkan. Dengan demikian, langkah *control* akan mengendalikan karakteristik sistem yang kritis terhadap nilai untuk pelanggan.. Dalam tahap ini terdapat usulan-usulan mengenai perbaikan dalam proses dan aspek yang terkait serta pengimplementasian usulan perbaikan (Pyzdek, 2001).

### **METODE PENELITIAN**

#### **Jenis dan Sumber Data Penelitian**

Pada penelitian menggunakan 2 sumber data, yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil: (1) survei lapangan untuk mengetahui jalannya proses produksi. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diambil secara tidak langsung; (2) wawancara mendalam dengan Manager dan penyebaran kuesioner kepada oprator produksi PT. Tirta Investama Klaten untuk mengetahui faktor yang mengakibatkan pemborosan pada proses produksi. Data sekunder diperoleh dari laporan hasil pemborosan pada proses produksi, maupun data-data yang diperoleh dari buku/literatur, jurnal, dan internet.

#### **Pengolahan Data Penelitian**

Setelah melakukan pengumpulan data kemudian dilakukan identifikasi terhadap proses-proses apa saja yang terjadi dalam pembuatan produk aqua kemasan 240 ml serta dilakukan identifikasi *waste* selama proses produksi. Dari proses tersebut maka ditentukan pemborosan yang memiliki dampak kerugian paling besar bagi perusahaan. Kemudian dianalisis menggunakan *cause effect diagram* serta menggunakan metode analisis FMEA dan FTA. Dari situ akan ditarik akar permasalahan sebagai materi utama pembuatan usulan perbaikan. Berikut merupakan tahapan pengolahan data:

#### **1. Identifikasi proses produksi**

Proses produksi merupakan cara, metode dan teknik menggunakan sumber-sumber seperti tenaga kerja, mesin, bahan-bahan dan biaya yang ada untuk menciptakan atau menambah daya guna suatu barang dan jasa (Assauri, 2004). Pentingnya memahami proses produksi, alur proses, dan mesin-mesin yang digunakan untuk membuat produk di PT. Tirta Investama Klaten secara detail adalah untuk memudahkan untuk identifikasi jumlah pemborosan material yang terjadi pada area SPS 2 line 1 untuk produksi kemasan 240 ml.

#### **2. Define**

Pada tahapan ini dilakukan pendefinisian masalah yang akan diangkat menjadi sumber penelitian. Permasalahannya yaitu terkait adanya *waste* dalam proses *filling* di area SPS 2 line 1 kemasan 240 ml. Untuk mendefinisikan proses apa saja yang terlibat, urutan proses dan interaksi antar proses, serta komponen yang terlibat dalam setiap proses, maka dibuat diagram SIPOC. Diagram SIPOC menunjukkan aktivitas mayor atau subproses dalam sebuah proses bisnis, bersama dengan kerangka kerja dari proses yang disajikan dalam bentuk diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (Gasperz, 2002). Dari penjabaran menggunakan SIPOC tersebut akan dilengkapi dengan identifikasi proses produksi menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). VSM adalah suatu konsep dari LSS yang menunjukkan keseluruhan kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan, dengan menggunakan VSM dapat mengidentifikasi adanya *waste* selama proses produksi (Wilson, 2010).

#### **3. Measure**

Tahap pengukuran dilakukan melalui 2 tahap dengan berdasarkan pengamatan langsung untuk mengukur besarnya air yang terbuang serta untuk mencari moda kegagalan apa yang memiliki nilai paling tinggi melalui metode FMEA. Berikut merupakan tahap yang dilakukan :

##### **a. Pengukuran besarnya *overflow***

Pengukuran dilakukan pada proses produksi kemasan 240 ml yang berdasarkan standar operasional perusahaan. Dalam proses ini, pengambilan hanya dilakukan dengan sistem sampling sebanyak 5 kali. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- 1) Menampung air yang tumpah sebagai hasil sisa produksi. Air yang keluar dari *holder* ditampung menggunakan baskom, waktu proses yang digunakan menyesuaikan dengan penuhnya baskom.
- 2) Setelah didapati sampling air yang terbuang, air diukur menggunakan gelas ukur untuk mengetahui volume air tersebut.

##### **b. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

FMEA merupakan alat yang digunakan dalam mengidentifikasi dan menilai resiko yang berhubungan dengan potensial kegagalan. Dalam menyelesaikan masalah *overflow* yang terjadi pada proses *filling* line 1 kemasan 240 ml di Area SPS 2, maka akan ditentukan nilai RPN (*risk priority number*) yang merupakan hasil perhitungan antara nilai keparahan (S), kejadian (O) dan deteksi (D),

dimana nantinya nilai RPN tertinggi merupakan yang diutamakan dalam memberikan rekomendasi. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Identifikasi data kegagalan
- 2) Identifikasi moda kegagalan potensial, untuk mengetahui apa saja yang menyebabkan pemborosan air di proses produksi kemasan 240 ml. Dari moda kegagalan tersebut akan diketahui faktor apa yang menjadi penyebab kegagalan.
- 3) Identifikasi efek dari kegagalan potensial, yaitu menentukan efek dari suatu kegagalan proses setelah identifikasi moda kegagalan yang terjadi.
- 4) Penentuan nilai tingkat keparahan (*severity*), penentuan tingkat keparahan diberikan terhadap setiap efek kegagalan potensial yang berdasarkan studi literature serta menggunakan teknik *brainstorming* dengan operator maupun pihak terkait pada proses produksi.
- 5) Penentuan nilai tingkat kegagalan (*occurrence*), merupakan tingkat kejadian yang digunakan untuk mengetahui frekuensi efek kegagalan tersebut muncul. Dalam penelitian ini, frekuensi munculnya kegagalan potensial diperoleh dari bagian produksi Area SPS 2 dan menggunakan kuesioner yang diisi oleh manager serta petugas terkait.
- 6) Penentuan nilai tingkat deteksi (*detection*), merupakan tingkat deteksi atau tindakan yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi kegagalan-kegagalan yang terjadi. Maksud dari metode deteksi yaitu pengendalian yang dilakukan oleh perusahaan saat ini.
- 7) Perhitungan nilai RPN, digunakan untuk mengetahui moda kegagalan mana yang harus diutamakan dalam penanganannya. Nilai RPN dapat diketahui dengan cara mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang telah diperoleh sebelumnya.

#### 4. Analyze

Tahap ini merupakan identifikasi penyebab masalah dengan menggunakan 2 *tools* berikut ini :

##### a. Cause Effect Diagram

Setelah melakukan langkah *measure* dengan langkah tersebut di atas, maka akan didapati banyaknya jumlah air yang terbuang dalam proses produksi. Berdasarkan data tersebut maka akan digunakan *cause effect diagram* untuk menemukan akar penyebab masalah dalam proses *filling* line 1 kemasan 240 ml di Area SPS 2. *Output* yang didapatkan dari *cause effect diagram* ini berupa analisis dari 5 faktor yang mengakibatkan timbulnya permasalahan diantaranya adalah *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *measurement*.

##### b. Fault Tree Analysis

*Fault Tree Analysis* (FTA) adalah suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis (Blanchard, 2004). Metode ini akan memperdalam akar penyebab masalah cacat yang masih tinggi. Setelah mengetahui akar penyebab masalah maka selanjutnya

memberikan perbaikan agar masalah tersebut dapat teratasi dan tidak terulang lagi, sehingga perusahaan dapat lebih maksimal dalam memproduksi produk aqua kemasan 240 ml.

#### 5. Improve

Setelah mengetahui akar penyebabnya, langkah selanjutnya adalah menentukan suatu usulan perbaikan untuk setiap penyebab yang timbul. Penentuan usulan perbaikan dilakukan dengan teknik *brainstorming* bersama teknisi line 240 ml, Supervisor dan Manager Area SPS 2. Dengan menggunakan teknik *brainstorming* akan didapatkan usulan perbaikan yang tepat dan dapat diterapkan oleh PT. Tirta Investama Klaten sehingga dapat mengurangi presentase pemborosan air pada proses produksi kemasan 240 ml.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hasil

#### 1. Kegagalan Produksi Cup

Kegagalan produksi cup terbesar secara berurutan adalah cacat cup, warna cup yang tidak sesuai standar produksi, Cup kosong filler baik dengan maupun tanpa LID, dan cup penyok. Berkaitan dengan hal tersebut, maka jenis kegagalan tersebut perlu mendapat perhatian dari pihak manajemen produksi cup, untuk dilakukan upaya perbaikan sehingga tingkat kegagalan dapat ditekan, dikurangi bahkan dihilangkan.

Berdasarkan analisis DPMO, maka rata-rata DPMO kegagalan cacat cup berada pada sigma 2,25 s/d 2,5. Rata-rata DPMO kegagalan warna cup berada antara sigma 1,25 s/d 1,5. Rata-rata DPMO kegagalan cip kosong filler berada antara sigma 2,25 s/d 2,5. Rata-rata DPMO kegagalan cup penyok berada di sekitar sigma 3,25. Dengan demikian, jenis kegagalan yang paling potensial adalah cacat cup, karena rata-rata DPMO berada di bawah sigma 3,4. Hal ini juga didukung oleh hasil analisis FMEA bahwa ranking tingkat kegagalan produksi cup kemasan 240 ml dilihat dari nilai RPN yang paling potensial adalah cacat cup. Jenis kegagalan ini perlu mendapat perhatian serius dari pihak manajemen, sehingga jumlah kegagalan yang terjadi dapat ditekan atau dikurangi.

#### 2. Kegagalan Pengisian Cup

Jenis kegagalan pengisian cup terbesar secara berurutan adalah LID proses dalam, LID miring, LID proses luar, slinding mesin, cacat LID, dan volume air kurang, dan LID lepas. Berkaitan dengan hal tersebut, maka jenis kegagalan tersebut perlu mendapat perhatian dari pihak manajemen pengisian cup, untuk dilakukan upaya perbaikan sehingga tingkat kegagalan dapat ditekan, dikurangi bahkan dihilangkan.

Berdasarkan analisis DMPO, maka rata-rata DPMO kegagalan slinding mesin berada di sekitar sigma 3,00. Rata-rata DPMO kegagalan bocor LID berada antara sigma 5,75 s/d 6,00. Rata-rata DPMO kegagalan LID miring berada antara sigma 2,75 s/d 3,00. Rata-rata DPMO kegagalan LID proses dalam berada di sekitar sigma 1,00. Rata-rata DPMO kegagalan LID proses luar berada antara sigma 2,75 s/d 3,00. Rata-rata DPMO kegagalan cacat LID berada antara sigma 3,00 s/d 3,25. Rata-rata DPMO kegagalan LID lepas berada di sekitar

sigma 3,50. Rata-rata DPMO kegagalan kurang berada antara sigma 3,00 s/d 3,25. Dengan demikian ada tiga jenis kegagalan yang perlu menjadi perhatian serius oleh pihak manajemen, karena berada jauh di bawah sigma ideal (3,4). Secara berurutan yaitu: (1) LID proses dalam, (2) LID proses luar, dan (3) LID miring. Selanjutnya berdasarkan analisis FMEA, diketahui bahwa ranking tingkat kegagalan pengisian cup kemasan 240 ml dilihat dari nilai RPN yang paling potensial adalah LID proses dalam. Jenis kegagalan ini perlu

mendapat perhatian serius dari pihak manajemen, sehingga jumlah kegagalan yang terjadi dapat ditekan atau dikurangi.

### 3. Pemborosan Tumpahan Air Pengisian Cup

Tumpahan air pengisian cup kemasan 240 ml terjadi karena tekanan air yang keluar dari Nozzle Filling terlalu besar, sehingga air yang membentur dasar cup dan air yang telah ada di dalam cup terjadi lompatan air keluar dari cup.

## Usulan Perbaikan

Tabel 1. Usulan Perbaikan Penanggulangan Kegagalan Produksi Cup 240 ml yang Disebabkan Cacat Cup

| Jenis Kegagalan     | Faktor Penyebab                                             | Aspek yang perlu diperbaiki                                 |                                                                      |                                                                             |                                        |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                     |                                                             | Man                                                         | Method                                                               | Machine                                                                     | Material                               |
| Bentuk tidak sesuai | 1 Belum ada SOP penggunaan material                         | Training                                                    | Pembuatan SOP                                                        | -                                                                           | Ganti material aluminium dengan carbon |
|                     | 2 Pecah/retak pada mol akibat penggunaan material aluminium | -                                                           | SOP/IK untuk standart product harus ada dan terpampang di area kerja | Mesin diletakkan dlm ruangan, dan pemasangan brower spy suhu ruangan stabil | Ganti material aluminium dengan carbon |
| Kotor mol           | 1 Sisa proses sebelumnya tdk bersih                         | Operator membersihkan sisa proses sebelumnya secara berkala | SOP Kebersihan tempat kerja lebih ditingkatkan                       | Mesin diletakkan dlm ruangan, dan pemasangan brower spy suhu ruangan stabil | Teliti sisa proses sebelumnya          |
|                     | 2 Serpihan sheet masih menempel                             | Operator membersihkan sisa proses sebelumnya secara berkala | SOP Kebersihan tempat kerja lebih ditingkatkan                       | Mesin diletakkan dlm ruangan, dan pemasangan brower spy suhu ruangan stabil | Teliti sisa proses sebelumnya          |

Bentuk kegagalan produksi cup kemasan 240 ml yang paling potensial disebabkan oleh cacat cup. Cacat cup ini disebabkan oleh 2 faktor, yaitu: (1) bentuk tidak sesuai, dan (2) kotor mol.

#### a. Bentuk tidak sesuai

Faktor penyebab bentuk tidak sesuai adalah belum ada SOP penggunaan material, dan terjadi pecah/retak pada mol akibat penggunaan material aluminium.

Material aluminium menyebabkan pecah/retak pada cup, karena aluminium rentan terhadap suhu. Untuk itu, material aluminium perlu diganti dengan material carbon. Selain itu, petugas operator perlu rajin meng-update settingan pada jam tertentu, sehingga setting heater suhunya tidak naik-turun. Untuk menjaga kondisi suhu mesin stabil, maka mesin perlu diletakkan di dalam ruangan yang diberi blower, sehingga panas mesin dapat dikeluarkan.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka manajemen perlu membuat SOP penggunaan material, sehingga petugas operator memahami tugasnya di lapangan dengan sebaik-baiknya.

#### b. Kotor Mol

Faktor penyebab kotor mol adalah adanya sisa serpihan material sheet yang masih menempel pada mesin heater. Untuk itu, petugas operator perlu rajin menjaga kebersihan mesin heater secara berkala, sehingga kegagalan produksi cup yang disebabkan oleh kotor mol ini dapat dikurangi.

## Usulan Perbaikan Penanggulangan Kegagalan Pengisian Cup

Tabel 2. Usulan Perbaikan Penanggulangan Kegagalan Pengisian Cup 240 ml yang Disebabkan LID Proses Dalam

| Jenis Kegagalan     | Faktor Penyebab                 | Aspek yang perlu diperbaiki                          |                                                   |                                                                     |          |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------|
|                     |                                 | Man                                                  | Method                                            | Machine                                                             | Material |
| Cup saling menempel | 1 Ukuran cup tidak standart     | Operator rajin mengecek kelayakan cutter             | Penambahan SOP pengecekan cutter                  | Penggantian cutter cupmaker bila diperlukan                         | -        |
|                     | 2 Dimensi cutter berubah        | Operator melakukan pengasahan cutter sesuai standart | Penambahan SOP pengasahan                         | Penggantian cutter cupmaker bila diperlukan                         | -        |
| Cup penyok          | 1 Penumpukan pada dispenser cup | Operator lebih memperhatikan SOP material handling   | Pengawasan material handling oleh petugas terkait | Penggantian material handling dispenser cup menggunakan robot/mesin | -        |

Bentuk kegagalan pengisian cup kemasan 240 ml yang paling potensial disebabkan oleh LID proses dalam. Kegagalan LID proses dalam ini disebabkan oleh 3 faktor, yaitu: (1) LID tidak menempel, (2) Elastisitas LID tidak sesuai, dan (3) LID miring.

### a. LID tidak menempel

Faktor penyebab LID tidak menempel adalah suhu yang tidak sesuai scalingdise dan scalingdise kotor akibat siswa kotoran LID yang tidak menempel.

LID tidak menempel, karena ada material yang tidak sesuai dengan SOP pabrik. Untuk itu, setingg-an suhu harus pas sesuai SOP, petugas operator harus rajin mengontrol suhu mesin, dan melakukan kalibrasi sensor eye setiap minggu.

### b. Elastisitas LID tidak sesuai

Faktor penyebab elastisitas LID tidak sesuai adalah adanya material LID dengan kualitas yang kurang baik, dan proses quality control yang kurang berjalan dengan optimal. Untuk itu, petugas operator perlu diberikan training terkait dengan kualitas LID yang memenuhi standar kualitas dan memahami ciri-ciri LID yang tidak berkualitas serta perlu disingkirkan.

### c. LID miring

Faktor penyebab LID miring adalah sensor LID dan kekencangan sabuk roll LID kurang dilakukan pengecekan dengan sebaik-baiknya. Untuk itu, petugas operator perlu melakukan pengecekan secara rutin mesin terhadap sensor LID dan roll LID, membaca dan memahami kembali SOP yang telah ditetapkan pabrik.

## Usulan Perbaikan Penanggulangan Tumpahan Air Pengisian Cup

Penyebab pemborosan tumpahan air pengisian cup disebabkan antara lain: (1) supply angin di buffer tank kurang; (2) desain lubang nozzle terlalu besar; (3) belum ada standar operasional set time contact.

Tabel 3. Solusi Penanggulangan Pemborosan Tumpahan Air Pengisian Cup 240 ml

| No | Faktor Penyebab Pemborosan Tumpahan Air         | Solusi Pemecahan Masalah                           |
|----|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1  | Supply angin di buffer tank kurang              | Penambahan header angin khusus untuk valve filling |
| 2  | Desain lubang nozzle terlalu besar              | Modifikasi nozzle filling dengan pemecah air       |
| 3  | Belum ada standar operasional set time contact. | Penetapan standar time fill lock parameter         |

## Perbandingan Tumpahan Air Sebelum dan Sesudah Pergantian

Berdasarkan perhitungan dengan uji diperoleh nilai  $t_{hitung} = 8.07$ . Nilai  $t_{hitung}$  ini selanjutnya dikonsultasikan dengan  $t_{tabel}$  pada taraf 5% dengan  $db = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 10$  dan diperoleh angka sebesar 2,228. Mengingat  $t_{hitung}(8.07) > \text{nilai } t_{tabel}(2,228)$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Berarti ada perbedaan signifikan tumpahan air antara sebelum dan sesudah pergantian Nozzle.

Tabel 4. Perbandingan Tumpahan Air Sebelum dan Sesudah Pergantian Nozzle Filling (waktu 5 detik)

| No. | Debit Tumpahan Air | Sebelum penggantian Nozzle | Setelah Penggantian Nozzle | Perbedaan |
|-----|--------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| 1   | ml/detik           | 250.97                     | 44.50                      | 206.47    |
| 2   | L/jam              | 903.50                     | 144.00                     | 759.5     |
| 3   | L/hari             | 21683.89                   | 3456.00                    | 18227.89  |
| 4   | L/bulan            | 563781.27                  | 8985.60                    | 554795.67 |
| 5   | M3/bulan           | 563.78                     | 89.86                      | 473.92    |
| 6   | M3/tahun           | 6765.38                    | 1078.32                    | 5687.06   |

Setelah dilakukan pergantian nozzle filling, dalam 1 hari dapat menghemat 18.227,89 liter dan selama 1 bulan dapat menghemat 554.795,67 liter air yang hilang percuma. Apabila hal ini dihitung dengan nilai uang, maka pergantian nozzle filling ini dapat mengurangi tingkat pemborosan yang cukup besar.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan seperti yang telah diuraikan di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Kegagalan dan pemborosan produksi Aqua cup kemasan 240 ml di PT. Tirta Investama Klaten dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu: (1) kegagalan produksi cup, (2) kegagalan pengisian cup, dan (3) pemborosan tumpahan air saat pengisian cup.
  - a. Kegagalan produksi cup yang paling tinggi terjadi karena cacat cup dengan rata-rata DPMO sebesar 2.512,08 dan berada pada sigma 4,25 s/d 4,5, serta RPN sebesar 288.
  - b. Kegagalan pengisian cup yang paling tinggi terjadi karena LID proses dalam dengan rata-rata DPMO sebesar 3.496,96 dan berada pada sigma 4,00 s/d 4,25, serta RPN sebesar 225.
  - c. Pemborosan tumpahan air saat pengisian cup yang paling tinggi terjadi karena bentuk lubang nozzle filling tanpa penampang, sehingga tekanan air pengisian cup terlalu kencang. Tumpahan air ini sebelumnya belum dilakukan pengukuran, sehingga DPMO dan RPN tidak dapat dijelaskan.
2. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan dan pemborosan potensial pada proses produksi Aqua kemasan 240ml di PT. Tirta Investama Klaten dapat, yaitu:
  - a. Faktor penyebab terjadinya kegagalan produksi cacat cup disebabkan oleh dua faktor, yaitu: (1) bentuk tidak sesuai standar yang diakibatkan pecah/retak pada mol akibat penggunaan material aluminium dan belum adanya SOP penggunaan material; (2) kotor mol akibat adanya sisa proses produksi yang menempel dan tidak terdeteksi oleh mesin.
  - b. Faktor penyebab terjadinya kegagalan pengisian cup disebabkan oleh tiga faktor, yaitu: (1) LID tidak menempel yang diakibatkan oleh suhu yang tidak sesuai sealingdise (pada mesin healer) dan sealingdise kotor akibat sisa kotoran LID yang tidak menempel; (2) Elastisitas LID tidak sesuai yang diakibatkan oleh adanya material LID dengan kualitas kurang baik dan proses Quality Control (QC) yang kurang optimal; (3) LID miring yang diakibatkan oleh sensor LID pengecekan yang tidak berjalan dengan baik dan kekencangan sabuk roll LID karena kurang pengecekan oleh operator.
  - c. Faktor penyebab terjadinya pemborosan tumpahan air saat pengisian cup disebabkan oleh bentuk lubang nozzle filling tidak ada penampangnya, sehingga tekanan air yang keluar dari nozzle filling terlalu besar, air yang membentur dasar cup dan air yang telah ada di dalam cup terjadi lompatan air keluar dari cup.
3. Solusi yang tepat untuk meminimalisir kegagalan dan pemborosan yang terjadi pada proses produksi Aqua kemasan 240 ml di PT. Tirta Investama Klaten, antara lain:
  - a. Kegagalan produksi cup karena terjadinya cacat cup dapat diminimalisir dengan cara, yaitu: (1) melakukan training kepada seluruh operator bagian produksi cup tentang standar material; (2) membuat SOP penggunaan material; (3) Mesin diletakkan di dalam ruangan, dan pemasangan brower supaya suhu ruangan stabil; (4) Ganti material aluminium dengan carbon.
  - b. Kegagalan pengisian cup karena terjadinya LID proses dalam dapat diminimalisir dengan cara, yaitu: (1) Operator rajin melakukan kontrol dan perawatan terhadap mesin; (2) Setting-an suhu harus pas sesuai dengan SOP; (3) Kalibrasi sensor eye dilakukan setiap minggu; (4) Penggantian material yang tidak sesuai SOP pabrik.
  - c. Pemborosan tumpahan air saat pengisian cup yang disebabkan oleh nozzle filling dapat dilakukn dengan cara mengganti seluruh nozzle filling dengan bentuk lubang yang memiliki penampang seperti hasil uji coba, karena nozzle filling berpenampang tersebut telah mampu menurunkan tingkat pemborosan tumpahan air secara signifikan.

## Saran

Berkaitan temuan penelitian seperti yang telah dijelaskan di atas, maka ada beberapa saran yang dapat disampaikan, yaitu:

1. Pimpinan, staf dan karyawan PT. Tirta Investama Klaten harus memiliki komitmen yang tinggi untuk bersama-sama melakukan upaya perbaikan kualitas dalam rangka memuaskan pelanggan internal dan eksternal.
2. Upaya penanganan kegagalan dan pemborosan produksi di PT. Tirta Investama Klaten harus dilakukan secara terus menerus seiring perkembangan perusahaan.
3. Saat ini persaingan bisnis penjualan air mineral dalam kemasan seperti kemasan 240 ml semakin kompetitif, dan perilaku konsumen juga semakin kritis. Oleh karena itu, PT. Tirta Investama Klaten harus berupaya menjaga dan meningkatkan kualitas produksi agar tetap eksis dan memuaskan konsumen (masyarakat).

## DAFTAR PUSTAKA

- Asfawi, S. (2004). *Analisis faktor yang berhubungan dengan kualitas bakteriologis air minum isi ulang pada tingkat produsen di Kota Semarang tahun 2004*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Assauri, Sofjan. (1998). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Brewer, P. C., & Eighme, J. E. (2005). *Using Six Sigma to Improve the Finance Function*. Boston: IMA'S Annual Conference.
- Direktorat Penyehatan Lingkungan. (2006). *Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum*. Depkes RI, Jakarta.
- Gaspersz, Vincent. (1998). *Manajemen Produksi Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. (2001). *Total Quality Management (TQM)*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gazpersz, Vincent. (2002). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. (2005). *Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi Balanced Scorecard dengan Six Sigma untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintahan*. Cetakan Ketiga. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent., Avanti Fontana. (2007). *Organizational Excellence*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent., Avanti Fontana. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor : Vinchristo Publication.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma*, Mc Graw Hill, New York.
- Harry, Mikel and Richard Schroeder. (2000). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutioning the Worlds Top Corporations*. New York : Random House Inc.
- Heizer, Jay dan Render Barry. (2004). *Manajemen Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.
- Herjanto, Eddy. (1999). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : PT. Gramedia Widia Sara Indonesia.
- Hill, R., & Ontario. (2003). *Failure Modes and Effect Analysis*. Canada: Dyadem Press.
- Kementrian Kesehatan. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Depkes RI, Jakarta.
- Mulia, Ricky.M. (2005). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Edisi pertama, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Pekar, J. P. (1995). *Total quality management: Guiding principles for application*. American Society for Testing and Materials
- Pramono, S. N., & Darminto, P. (2011). *Analisa Penyebab Penurunan daya Saing Produksi Susu Sapi Dalam Negeri Terhadap Susu Sapi Impor Pada Industri Pengolahan Susu Dengan Metode FTA dan Barrier Analysis*. J@TIUndip.
- Pyzdek, T. (2001). *The Six Sigma Handbook-A Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels*. New York : McGraw-Hill, Inc.
- SNI. (2006). *Air Minum Dalam Kemasan*. SNI 01-3553-2006. ICS 67.160.20. Badan Standarisasi Nasional.