

# STANDARDISASI TATA LETAK MESIN DENGAN METODE POKA YOKE UNTUK MEREDUKSI *BREAKDOWN* MESIN DAN CACAT BOTOL (STUDI KASUS DI PERUSAHAAN MINUMAN)

Sri Hartini, Bagus Al Farazi

Program Studi Teknik Industri UNDIP  
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Semarang  
[ninikhidayat@yahoo.com](mailto:ninikhidayat@yahoo.com)

Diajukan: 23 Februari 2010, Dinilai: 1 Maret 2010; Diterima: 5 Mei 2010

## Abstrak

Mesin yang rusak dan cacat menjadi sia-sia dan mesin ini mengurangi keuntungan untuk perusahaan. Metode *Poka-yoke* adalah konsep mesin sederhana untuk mengurangi kerusakan dan cacat. Penelitian ini mencoba menerapkan metode *Poka-yoke* untuk mengurangi kerusakan dan cacat pada mesin cuci botol dengan teknik modifikasi. Hasil dari penelitian ini adalah desain botol mesin cuci dengan standarisasi di *stang infeed* dan konveyor elevasi dan *adding plate in the conveyor*.

**Kata kunci:** poka-yoke, kerusakan, cacat, standarisasi

## Abstract

### **Standardization of Machine Setting using Poka Yoke Method to Reduce Machine Breakdown and Defects of Bottles (Case Study of Beverage Company)**

*Breakdown Machines and defects were wasteful and they reduced the profit for a company. Poka-yoke methods are simple concepts for reducing breakdown machine and defects. This research tried to implement poka-yoke methods for reducing breakdown and defect in the bottle washer with modification technique. The result of this research is bottle washer design with standardization in the stang infeed setting and elevation conveyor and adding plate in the conveyor.*

**Keywords:** Poka-yoke, breakdown, defect, standardization

## 1. PENDAHULUAN

Industri minuman selalu berkembang sepanjang waktu. Munculnya berbagai industri minuman di dunia akan membuat peta persaingan yang semakin ketat. Hal ini tentunya membuat perusahaan harus meningkatkan kualitas pelayanan terhadap konsumen, sehingga konsumen puas terhadap pelayanan perusahaan. Pelayanan yang dimaksud adalah kualitas produk, harga, dan ketepatan waktu pengiriman ke konsumen. Terpenuhinya pelayanan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu usaha perusahaan untuk meminimalisir produk cacat untuk menjamin mutu yang tinggi terhadap konsumen dan meminimalisir biaya untuk *rework*, serta mempercepat waktu proses sehingga dapat memperkecil lead time perusahaan.

Pabrik PT. Sinar Sosro Ungaran merupakan pabrik produksi dan *bottling* untuk 4 jenis produk, yaitu teh botol sosro, fruit tea, joy

tea, dan es tea. Dalam produksinya dibagi menjadi 4 *department*, yaitu : *department bottling*, *department kitchen*, *department water treatment*, dan *department boiler*. *Department* yang memiliki proses terpanjang adalah *department bottling*. Di *department bottling* ini lebih fokus terhadap kualitas produk fisiknya. Sedangkan di *department kitchen* dan *water treatment* lebih fokus ke kualitas isi produknya. Sisanya yaitu *department boiler* fokus terhadap penyediaan *steam* untuk proses pemasakan.

Usaha perbaikan lini produksi dilakukan secara terus-menerus dengan harapan dapat meminimalisir produk cacat dan memperlancar jalannya proses produksi. Sistem *one piece flow*, *system andon* dan otomasi hampir di setiap lini telah diterapkan disini. Sistem *andon* bertujuan untuk meminimalisir produk cacat dan menganalisa penyebab terjadinya *breakdown* atau kemacetan dalam lini produksi, sehingga terdapat banyak sekali sensor dan lampu *andon* di lini produksinya yang berfungsi untuk mengidentifikasi cacat produk dan memberi

tanda adanya masalah di mesin tersebut. PT. Sinar Sosro merupakan perusahaan yang sangat memperhatikan kualitas produknya. Namun demikian cacat dan *breakdown* masih saja terjadi.

*Breakdown* yang terjadi selama 4 bulan pengamatan pada bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus tahun 2008 terdapat 177 *breakdown*. Dengan komposisi di *washer* 44%, pos 1 2%, Pos 2 14%, *filler* 14%, *crown* 5%, *cratter* 5%, pos 3 1% dan lain-lain 15%. Dengan demikian, *breakdown* terbesar terletak pada mesin "*bottle washer*" yaitu sebesar 44%. Hal ini berarti masalah yang perlu kita atasi terlebih dahulu adalah permasalahan yang terjadi di mesin *bottle washer*.

Sedangkan data efisiensi mesin, *depalletizer* 100%, *decrater* 99,97%, *washer* 99,95%, *filler* 99,98% dan pos 3 99,96%. Terlihat bahwa mesin *bottle washer* memiliki presentase cacat terbesar yaitu 0.05%.

Penelitian ini mencoba menerapkan teknik pokayoke pada *bottle washer*. Penggunaan metode *poka yoke* diharapkan dapat meningkatkan utilisasi dan tingkat efisiensi mesin, sehingga dapat mengurangi *breakdown* dan produk cacat. Harapannya keuntungan perusahaan meningkat karena semakin kecilnya biaya *rework* yang harus dikeluarkan.

## 2. KONSEP POKA YOKE

*Poka Yoke* ditemukan oleh Shigeo Shingo pada tahun 1960an. Istilah *Poka Yoke* berasal dari bahasa Jepang *poka* (kesalahan yang tidak disengaja) dan *yoke* (proofing/pembuktian). Gagasan dasar *poka yoke* adalah untuk mendesain proses agar kesalahan tidak mungkin terjadi atau minimal dapat dideteksi atau dikoreksi.

Shigeo Shingo memimpin penelitian tentang Statistical Process Control pada industry manufaktur Jepang pada tahun 1950an. Akan tetapi menjadi frustrasi dengan pendekatan statistic karena beliau sadar bahwa hal tersebut tidak akan mengurangi cacat

Saat berkunjung ke pabrik Yamaha Elektrik, Shingo diberitahu tentang masalah terhadap satu produk. Bagian dari produk ini merupakan *switch* kecil dengan dua push button yang dihubungkan dengan dua spring. Kadang-kadang pekerja lupa untuk memasang spring tersebut. Biasanya kesalahan atau cacat tersebut ditemukan saat produk sudah sampai ke konsumen. Kemudian sebagai tanggung jawab kepada konsumen maka perusahaan men"disassemble" produk dan merangkainya

kembali. Masalah hilangnya spring ini sangat membuang biaya dan memalukan. Pihak manajemen harus memperingatkan pekerja untuk lebih berkonsentrasi dalam bekerja. Kemudian Shingo memberikan solusi yang menjadi *Poka yoke* yang pertama:

- Pada metode lama, seorang pekerja memulai pekerjaannya dengan mengambil dua spring dari kotak komponen yang besar dan kemudian merakit *switch*
- Pada pendekatan yang baru, piringan atau piringan kecil diletakkan didepan kotak komponen dan tugas pertama pekerja adalah mengambil dua spring dari kotak dan meletakkannya pada piringan kemudian pekerja merakit *switch*. Jika tidak ada spring dalam piringan, maka pekerja akan tahu bahwa dirinya lupa untuk meletakkan spring tersebut. Prosedur baru ini mengeliminasi masalah hilangnya spring.

Shingo mulai mengembangkan konsep mistake-proofing ini untuk tiga decade ke depan. Satu perbedaan krusial yang beliau buat adalah antara kesalahan dan cacat. Kesalahan tidak dapat dielakkan; manusia tidak dapat berkonsentrasi sepanjang waktu pada pekerjaannya dan untuk mengerti semua instruksi yang diberikan. Cacat dihasilkan dari mengizinkan kesalahan sampai ke konsumen, dan cacat tidak dapat dielakkan. Tujuan *Poka yoke* adalah merancang proses agar kesalahan dapat dicegah atau dideteksi dan dikoreksi secepatnya. Saat ini konsep *Poka yoke* digunakan secara luas di Jepang. Toyota Motor Cooperation. (Shingo, Shigeo. Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System. Stamford: Productivity, 1986. )

### 2.1 Defects & Costs

Cacat yang terjadi pada produk akan menyebabkan biaya, karena di sana akan membutuhkan biaya untuk *rework* (pengerjaan ulang), scrap, produksi barang pengganti dan inspeksi. Walaupun terjadi penambahan biaya namun hal tersebut tidak membuat proses menjadi lebih baik. Jadi terjadinya *defect* (cacat) merupakan *waste* (pemborosan) yang menyebabkan timbulnya biaya tambahan yang tidak menambah nilai.

### 2.2 Seven Steps to Poka-Yoke Attainment

- a. Proses kualitas – mendesain proses kualitas "kuat" untuk memperoleh zero defects.
- b. Menggunakan suatu lingkungan tim-meningkatkan pengalaman, pengetahuan

- tim untuk meningkatkan pengembangan usaha.
- c. Mengeliminasi kesalahan – Menggunakan metodologi pemecahan masalah yang kuat untuk menghilangkan cacat.
  - d. Mengeliminasi akar masalah kesalahan – Menggunakan pendekatan 5W dan 2H.
  - e. Melakukan yang benar pada percobaan pertama – Menggunakan sumber daya untuk menampilkan fungsi secara benar pada percobaan pertama.
  - f. Mengeliminasi keputusan yang tidak menambah nilai - *Don't make excuses-just do it!*
  - g. Mengimplementasikan suatu pendekatan pengembangan Incremental Continual – Mengimplementasi perkembangan aksi secara cepat dan focus pada pengembangan incremental; efforts do not have to result in a 100% improvement immediately.

(Liker, Jeffrey and David Meier. **Toyota Way Fieldbook**. Jakarta:Erlangga, 2007)

### 3. METODE POKA-YOKE

*Poka Yoke* merupakan metode yang menggunakan sensor, alat lain atau modifikasi mesin untuk mengetahui kesalahan yang mungkin dilakukan oleh operator atau perakitan.

*Poka Yoke* digunakan untuk meminimasi adanya kesalahan pada mesin atau operator. Tujuan dari teknik pokayoke adalah zero defect.

Tiga fungsi regulasi Poka – Yoke antara lain:

#### a. Metode Control

Ketika terjadi abnormalitas, matikan mesin atau kunci klem untuk menghentikan operasi, untuk mencegah terjadinya kerusakan yang berkelanjutan. Metode ini memiliki lebih banyak kemampuan fungsi regulasi dibanding tipe peringatan lain dan ketepatan maksimum dalam mencapai 'zero defect'.

#### b. Metode Peringatan

Metode ini dengan mengaktifkan sebuah alarm atau sebuah cahaya. Cacat akan terjadi secara berkelanjutan jika para pekerja tidak memperhatikan sinyal-sinyal ini.

#### c. Metode Modifikasi

Merupakan metode yang bertujuan untuk memodifikasi mesin sehingga kerusakan yang sering terjadi pada mesin dapat diminimalisir dan mesin tidak akan menghasilkan cacat produk.

Biasanya para pekerja yang teledor dapat melakukan kesalahan yang akhirnya menyebabkan produk menjadi cacat terlebih lagi mesin menjadi rusak atau breakdown. Tetapi terkadang tidak sepenuhnya kesalahan ini merupakan kesalahan operator semata. Kesalahan operator ini bisa juga disebabkan karena kesalahan dari sistem (tidak adanya standar prosedur yang pasti), atau cara kerja mesin yang sulit diikuti oleh operator. Oleh karena itu modifikasi mesin diperlukan untuk mempermudah operator dalam mengoperasikan mesin supaya breakdown dan cacat produk dapat dihindarkan. ([www.barcominc.com](http://www.barcominc.com)).

Sistem *poka yoke* terdiri dari tiga metode utama, yaitu:

#### 1. Metode Kontak

Metode kontak didasarkan pada beberapa tipe dari alat sensor yang mendeteksi ketidaknormalan bentuk produk atau dimensi dan juga responnya.

#### 2. Metode Nilai Tetap

Metode nilai tetap dipakai untuk proses dimana aktivitas yang sama diulang beberapa waktu, seperti pengetatan. Metode ini melibatkan teknik yang sangat sederhana, seperti metode yang mengizinkan operator untuk keluar lebih mudah seberapa sering aktifitas yang telah dilakukan.

#### 3. Motion-step Methods

Metode *motion-step* sangat berguna untuk semua proses yang memerlukan beberapa aktivitas yang berbeda yang berada dalam suatu rangkaian yang dilakukan oleh operator tunggal. Hal ini serupa dengan situasi fixed-value dimana seorang operator bertanggungjawab terhadap beberapa aktivitas berbeda tetapi sebagai pengganti melakukan aktivitas yang sama beberapa kali operator melakukan aktivitas yang berbeda.

(Gasperz, Vincent. *Lean Sigma Approach*. Jakarta:Erlangga, 2005.)

### 4. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Mengumpulkan data *breakdown* dan cacat serta data yang terkait.
- b. Menentukan mesin yang paling bermasalah.
- c. Analisis penyebab breakdown dan cacat.
- d. Analisis dan perbaikan yang mengacu pada metode pokayoke.
- e. Menarik kesimpulan dari analisa yang dilakukan.

## 5. HASIL PENELITIAN

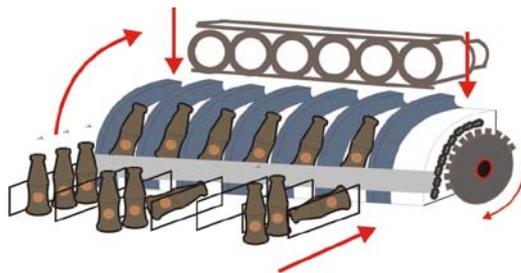
### 5.1 Data *Breakdown* dan Cacat

Berdasarkan pengolahan data dari bulan Mei sampai Agustus 2008, diperoleh bahwa penyebab *breakdown* pada mesin *Bottle washer* adalah karena *infeed* (68%), *discharge* (24%) dan oleh sebab lain (8%). Ini berarti reduksi masalah *infeed* dapat menghilangkan lebih dari setengah permasalahan yang dialami oleh mesin *bottle washer*, kira-kira 29% dari jumlah *breakdown* keseluruhan. Sedangkan disefisiensi terbesar pada *bottle washer* sebesar 0.050%.

### 5.2 Analisa Pemecahan Masalah

*Infeed* adalah proses masuknya botol ke dalam *bottle washer*. Botol pertama-tama berjalan di atas konveyor, setelah itu botol sampai pada lantai *pocket*. Di lantai *pocket* ini terdapat 36 sekat dan 36 tempat botol berjalan. Lantai *pocket* bentuknya memanjang. Setelah botol sampai pada lantai *pocket* karena digerakkan oleh konveyor maka botol dapat berjalan dengan didorong oleh stang *infeed*. Stang *infeed* mendorong botol agar dapat masuk ke dalam lubang *pocket*nya.

Setelah masuk ke lubang *pocket* baru botol di cuci di dalam mesin *bottle washer*. Proses *infeed* adalah proses masuknya botol di lantai *pocket* lalu botol berjalan di lintasannya di lantai *pocket* sampai pada akhirnya botol masuk ke dalam lubang *pocket*.



Gambar 1 Proses *Infeed*

Permasalahan *infeed* juga dipengaruhi oleh umur rantai. Jika rantai kendur maka setingan stang menjadi tidak standar dan tidak lancar. Hal ini sangat riskan karena dengan tersendat-sendatnya jalannya stang *infeed* akan membuat botol tidak dapat masuk secara pas ke dalam lubang *pocket*. Kendornya rantai penggerak stang *infeed* disebabkan karena beban untuk menggerakkan stang *infeed* yang terlalu besar. Ini disebabkan karena sekat lantai *pocket* yang terbuat dari ban. Saat ini untuk mengulanginya pihak pabrik menggunakan semprotan air untuk memperlicinnya, tetapi jika

semprotan air tidak merata yang terjadi adalah beban stang untuk mendorong botol menjadi sangat berat karena gaya gesek ban yang kuat, akhirnya ini akan memperpendek umur rantai yang imbasnya akan berdampak pada seringnya terjadi *breakdown* dan botol pecah karena seringnya *infeed* jika rantai kendur. Secara visual proses *infeed* dijelaskan pada Gambar 1.

Ada beberapa hal yang menjadi penyebab masalah utama terjadinya *infeed* pada *bottle washer* yaitu masalah-masalah yang berasal dari mesin, material, dan metode. Beberapa penyebab tersebut adalah sebagai berikut :

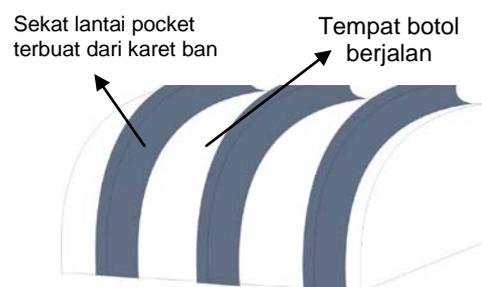
- Lantai *pocket* yang kurang licin karena terbuat dari karet ban dengan gaya gesek besar.
- Stang *infeed* bengkok, karena seringnya masalah *infeed* yang menyebabkan botol tidak pas masuk sehingga menyelip ke dalam stang *infeed*.
- Settingan antara stang *infeed* dengan *pocket* tidak pas, sehingga menyebabkan botol tidak dapat masuk secara pas ke dalam *pocket*. Ketika botol tidak masuk secara pas maka akan menyebabkan botol menjadi pecah.
- Botol yang sering roboh di lantai konveyor, jika posisi botol terbalik saat masuk ke dalam mesin *bottle washer* maka akan menyebabkan cacat produk atau botol pecah ketika akan masuk ke dalam *pocket* karena tidak pas yang akhirnya menyebabkan *infeed*.

### 5.3 Perbaikan untuk Mereduksi *Breakdown* dan Cacat

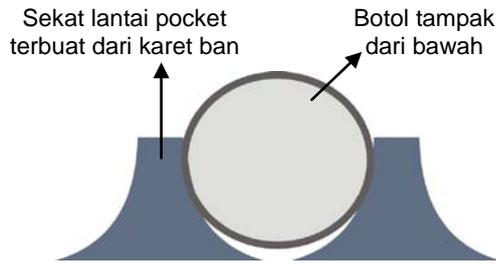
#### a. Mengganti Sekat Lantai *Pocket*

Lantai *pocket* diganti dengan bahan yang lebih licin seperti teflon. Hanya saja kita tahu bahwa kendalanya teflon kurang tahan lama, sehingga untuk meminimalkan biaya, teflon yang digunakan hanya sedikit yaitu berupa garis lintasan yang menempel di dinding sekat tepi, hal ini dapat juga dimanfaatkan sebagai tempat tumpuan lintasan botol. Agar lebih jelasnya dapat kita lihat seperti gambar dibawah ini.

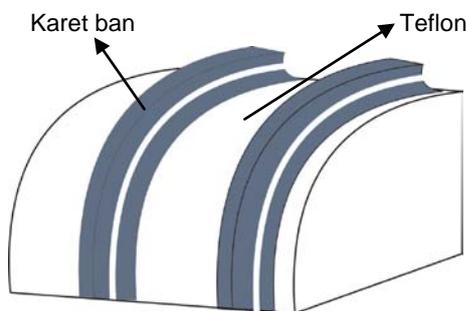
Gambar 2 merupakan keadaan sekat pada lantai *pocket* sekarang.



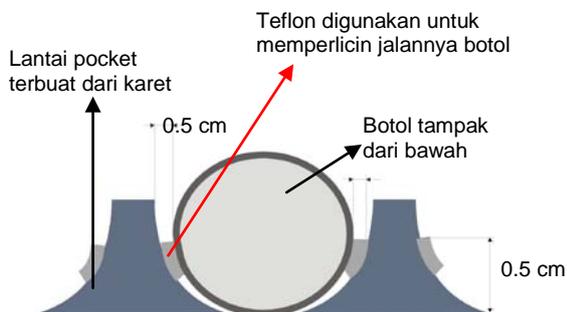
Gambar 2 Potongan Lantai *Pocket*



Gambar 3 Lantai *Pocket Standard* Tampak Bawah



Gambar 4 Potongan Lantai *Pocket* dengan Teflon



Gambar 5 Potongan Lantai *Pocket* dengan Teflon dari Depan

Pada Gambar 5 terlihat dimensi ukuran pemasangan teflon tersebut. Ketinggian teflon adalah 2.5 cm, hal ini dikarenakan teflon dibuat tepat mengenai bagian tengah botol. Kita ketahui bahwa segala jenis botol produk sosro memiliki diameter terbesar 5 cm. Ini berarti jika kita ingin menjaga keseimbangan jalannya botol harus meletakkan teflon tepat di bagian tengahnya, berarti pemasangan ketinggian teflon berada tepat 2.5 cm di atas dasar lantai *pocket*. Untuk dimensi lebar dan panjang yang kita gunakan pada teflon kita buat sama seperti yang sudah tersedia di bagian sparepart pabrik. Pabrik sudah memiliki teflon jenis ini dengan ukuran tebal 0.5 cm dan lebar 1 cm. Meskipun pabrik memiliki teflon jenis ini, tetapi hanya dipakai sebagai pelapis tepi konveyor saja.

Fungsi dari teflon adalah untuk meminimalisir gaya gesek sekat lantai *pocket* yang terbuat dari material berbahan karet ban. Jika sekat lintasan botol kita tambahkan bahan seperti teflon maka jalannya botol akan menjadi semakin lancar. Dengan berkurangnya gaya gesek di sekat lantai *pocket* hal ini akan memperpanjang umur rantai pendorong stang infeed. Untuk pemberian teflon tidak perlu banyak-banyak, cukup bisa ditambahkan pada sekat lantai *pocket* yang lama seperti gambar di atas. Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa teflon biasanya berumur tidak terlalu panjang, maka untuk menghemat biaya, kita minimumkan dengan cara tidak sepenuhnya dinding sekat kita lapiisi teflon tetapi lapisan teflon hanya berbentuk garis setengah lingkaran. Namun perlu diketahui juga untuk menjaga ketinggian botol saat berjalan di lintasanya, sekat yang berbahan karet ban tersebut perlu dikikis terlebih dahulu kurang lebih sebanyak 0,5 cm, sehingga ketika ditambah lintasan teflon, kedudukan botol masih tetap standard tidak menjadi lebih tinggi. Pemasangan teflon ini bisa menggunakan sekrup berdiameter kecil.

b. Standardisasi Penyetingan

Untuk mencegah adanya ketidakpastian dalam settingan maka harus dibuatkan standardisasi penyettingan dengan memodifikasi lantai *pocket*nya. Pada lantai *pocket* harus diberi tanda settingan untuk masing-masing jenis produk. Misalnya garis merah untuk produk teh botol sosro, garis biru untuk produk es tea, garis hijau untuk produk joy tea, dan garis kuning untuk produk fruit tea. Garis-garis tersebut di cat permanen ke sekat *pocket*. Setelah dibuatkan tanda maka disusun SOP atau standardisasi cara untuk penyettingan stang infeed dengan *pocket* agar pas. Yang terjadi saat ini untuk penyettingan stang dengan *pocket* dilakukan dengan perkiraan, sehingga resiko ketidakakuratan dalam menyetting akan lebih besar dibandingkan dengan adanya standardisasi penyettingan.

Berikut adalah standardisasi secara garis besar untuk penyettingan stang infeed :

- *Pocket* disetting pada posisi antar garis yang telah ditentukan.
- Lakukan penyettingan stang dengan memutar penyetting stang yang terdapat di bagian sebelah kiri mesin *bottle washer*.
- Penyettingan stang harus disesuaikan antara produk dengan tanda yang berupa garis yang terdapat di lantai *pocket*. Contoh: garis merah untuk produk the botol sosro, garis kuning untuk produk fruit tea, garis biru untuk produk es tea, dan garis hijau untuk produk joy tea.

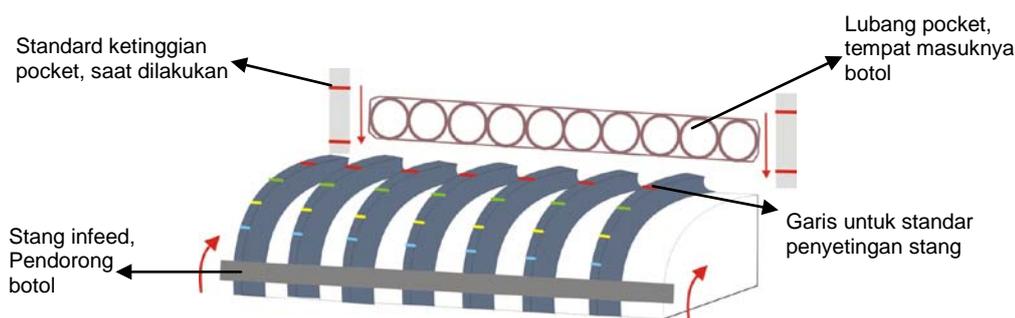
- Dilakukan uji coba untuk memastikan bahwa penyettingan sudah benar.

Dari gambar 6 dapat dilihat gerakan dari *pocket* dan stang infeed sesuai dengan yang ditunjukkan pada gambar dengan arah sesuai anak panah berwarna merah. Pada dinding di samping *pocket* terlihat batas ketinggian *pocket*. Ini berarti saat penyettingan dilakukan ketinggian *pocket* harus berada tepat diantara garis yang sudah ditentukan di dinding samping *pocket*. Sedangkan untuk stang infeed disesuaikan warna dengan produk yang akan dibuatnya. Letak stang berbeda-beda dikarenakan ukuran botol pada masing-masing jenis produkpun berbeda-beda. Contohnya botol fruit tea memiliki volume 238 ml, botol untuk produk teh botol sosro memiliki kapasitas volume 220 ml, sedangkan untuk produk es tea memiliki kapasitas 318 ml. sehingga masing-masing botol untuk masing-masing jenis produk memiliki bentuk yang berbeda-beda. Oleh karena itu, tiap produk memerlukan setting yang berbeda-beda. Seperti kita lihat gambar di atas gerakan stang infeed mendorong botol maju ke depan, sedangkan gerakan *pocket* turun ke bawah, jika tidak pas settingannya akan mengakibatkan botol menabrak dinding *pocket* yang akhirnya botol menjadi pecah dan *infeed*.

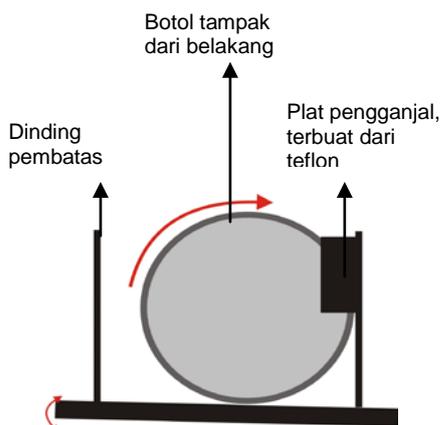
### c. Plat Penganjal

Dibuatkan penganjal botol yang berfungsi sebagai penghambat botol agar saat botol jatuh terbalik tidak masuk ke dalam *pocket*. Penganjal tersebut diletakkan di konveyor

persis di depan lantai *pocket*. Penganjal ini diletakkan di dekat lantai *pocket* agar sewaktu line botol terganjal dan berhenti, untuk menyusul ketertinggalannya tidak terlalu lama. Alat ini berfungsi untuk membantu operator agar dapat menyeleksi mana botol yang jatuh terbalik dan yang tidak. Penganjal ini harus kuat dan terbuat dari bahan yang halus. Hal ini dikarenakan bahan material yang halus jika bergesekan dengan botol tidak menimbulkan cacat goresan yang membekas. Dalam hal ini bahan material yang digunakan sebagai penyekat bisa berupa teflon. Karena bahan tersebut halus dan kuat. Agar penyekat ini dapat berfungsi dengan baik maka meja konveyor depan harus miringkan sedikit. Sudut kemiringan juga tidak boleh terlalu besar, karena jika sudut kemiringan pada konveyor terlalu besar akan menyebabkan ketimpangan dan ketidakstabilan aliran botol. Sudut kemiringan kurang lebih 3 derajat. Jika dapat diperkecil lagi itu lebih baik. Yang jelas jika sudut kemiringan semakin kecil maka hal itu akan semakin baik. Kemiringan ini bertujuan agar botol yang jatuh bisa menggelinding. Seperti yang kita tahu semua botol produk sosro memiliki lingkaran yang sempurna pada botolnya. Hal ini jelas tidak kesusahan untuk menggelindingkan botolnya, hanya dengan sedikit kemiringan maka botol yang jatuh sudah pasti menggelinding. Dengan prinsip ini kita ingin membuat semua botol yang jatuh secara terbalik akan terganjal sehingga tidak akan masuk ke dalam lubang *pocket* dalam posisi yang salah. Operator pun akan sangat terbantu dengan hal ini, prinsip kerjanya bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Contoh Standardisasi Penyettingan



Gambar 7 Plat Pengganjal Konveyor Tampak Depan

Inti dari pemasangan plat pengganjal adalah agar botol masih tetap bisa berjalan jika botol berdiri, jika botol jatuh dalam posisi maju botol juga masih dapat berjalan, tetapi jika botol jatuh terbalik maka akan terganjal. Jarak antar dinding konveyor sebesar 6.5 cm dengan diameter terluar botol 5 cm. Ini berarti lebar plat pengganjal maksimum adalah  $6.5 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 1.5 \text{ cm}$ . Disini kita memberikan angka untuk lebar konveyor sebesar 0.5 cm, hal ini berarti masih ada ruang kosong 1 cm. Kita memilih lebar plat 0.5 cm karena plat terbuat dari teflon yang pabrik sudah memiliki cadangan di gudang sparepart dengan lebar 0.5 cm. Selain itu sisa ruang kosong sebesar 1 cm digunakan untuk tambahan space agar jalan botol tetap lancar.

Untuk ketinggian diusahakan saat botol jatuh dengan posisi salah dapat terganjal. Kita mengambil ukuran 1.5 cm dari bawah karena mengingat desain botol pada produk teh botol sosro dan es-tee. Botol mereka berbentuk langsing dengan 1.5 cm dari bawah merupakan lebih lebar, sedangkan 3 cm selanjutnya merupakan area "slim" atau boleh dibilang area paling langsing kemudian melebar lagi dan mengerucut sampai ke leher botol. Acuan inilah yang digunakan, kita mengacu pada daerah slim pada desain botol dengan memberikan ruang gerak pada botol lebih besar agar jalan botol tetap lancar. Namun demikian yang paling penting adalah plat ini dapat mengganjal botol jika dia jatuh. Dengan melihat pada gambar 4.19, terlihat diameter botol 5 cm. Jika plat pengganjal kita pasang mulai pada ketinggian 1.5 cm sampai 4.5 cm, tentu ini masih bisa mengganjal botol seperti terlihat pada gambar diatas. Yang terpenting adalah pengganjal botol terpasang pada ketinggian 5 cm, sesuai dengan diameter botol.

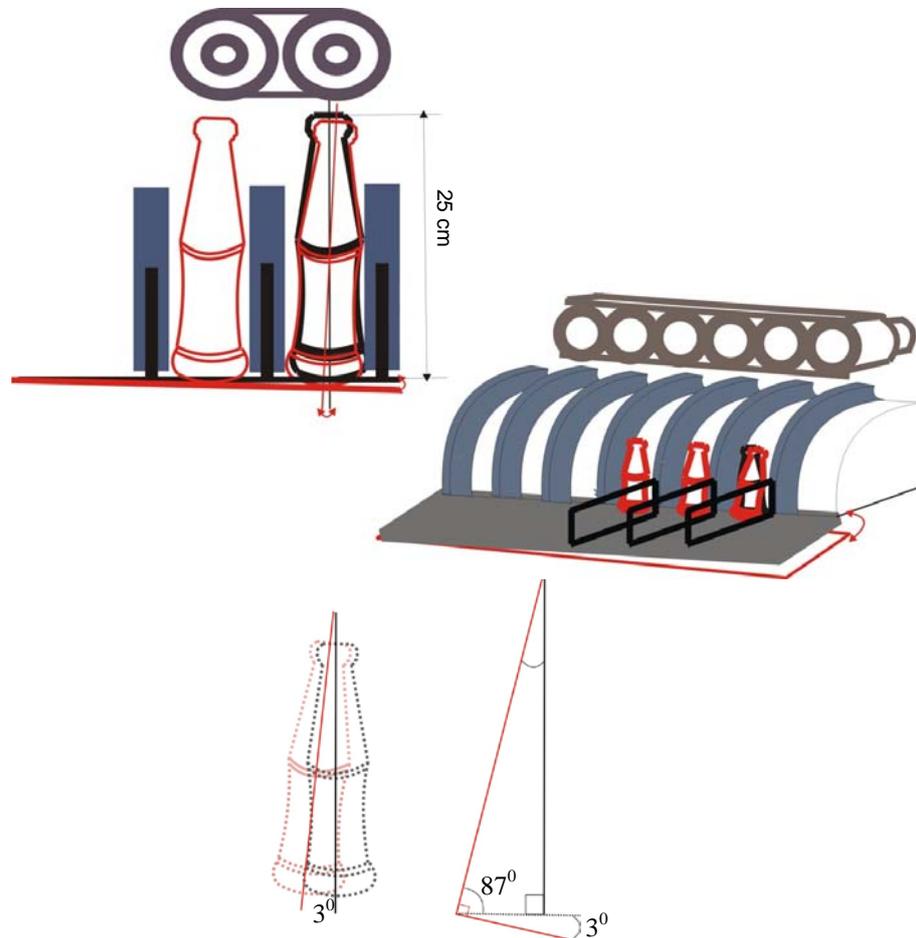
Sedangkan untuk sudut kemiringannya kita hitung dari produk es-tee yang mempunyai ketinggian botol tertinggi diantara produk-produk

sosro yaitu 25 cm, sedangkan untuk lebarnya semua sama yaitu 5 cm. Dengan ketinggian 25 cm kita dapat melihat kemiringan maksimal yang dapat ditolerir oleh mesin bottle washer. Jika botol terlalu miring maka akan menabrak sekat pengganjal lantai *pocket* di bottle washer. Maka dari gambar di bawah kita ketahui kemiringan maksimal  $3^\circ$  agar botol tidak tertabrak sekat pengganjal pada mesin bottle washer. Angka  $3^\circ$  ini didapatkan dengan menggambar ukuran sebenarnya dan ukuran derajat perputaran botol dapat dilihat di komputer dengan menggunakan CAD software atau software desain apapun. Jika sudah mengetahui sudut perputaran botol maksimal, maka saatnya menghitung kemiringan konveyornya seperti terlihat pada gambar 4.21 di bawah. Kita lihat bahwa dengan perhitungan sudut segitiga kita dapatkan kemiringan konveyor ternyata sama besarnya dengan kemiringan botol yaitu sebesar  $3^\circ$ . jika botol terbesar adalah es-tee, maka produk dengan ukuran botol yang lebih kecil sudah dipastikan tidak ada masalah, dan dengan sudut kemiringan  $3^\circ$  botol masih dapat bergerak lancar karena sudut kemiringan tidak terlalu ekstrim besarnya. Selain itu botol produk sosro mudah sekali untuk menggelinding jika jatuh disebabkan bentuk lingkarannya yang benar-benar sempurna sehingga mudah sekali menggelinding ketika botol terjatuh, hal ini dikarenakan kualitas dari desain botol selalu di cek sebelum diisi teh dengan menggunakan sinar EBI (*Empty Bottle Inspection*).

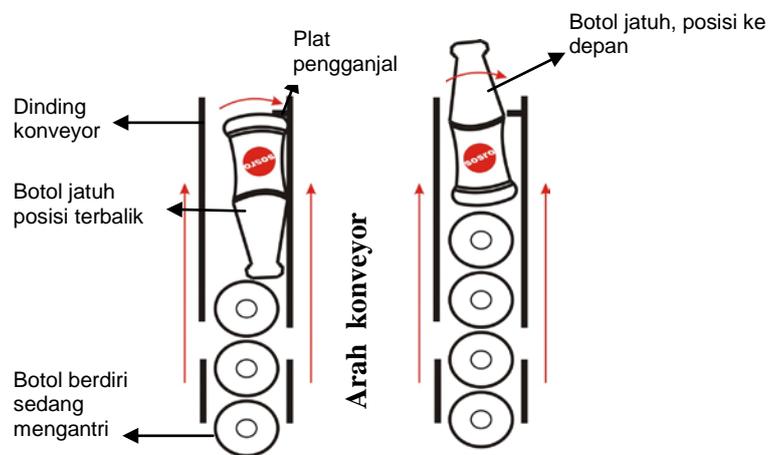
Pada gambar tampak bahwa gambar yang ada di sebelah kiri botol paling depan jatuh dengan posisi terbalik. Disini plat pengganjal dapat berfungsi karena ketika botol menggelinding botol akan tertahan ke samping sehingga botol otomatis tidak dapat masuk ke dalam lantai *pocket* karena tertahan oleh plat pengganjal yang terletak di samping kanan. Agar botol terganjal maka pada lantai konveyor di sebelah kiri di buat lebih tinggi kurang lebih sekitar  $3^\circ$ , dengan sudut kemiringan sebesar  $3^\circ$  maka lantai konveyor masih terlihat datar tapi sudah cukup untuk membuat botol menggelinding. Dengan menggelindingnya botol maka botol yang jatuh terbalik akan terganjal sehingga tidak dapat masuk ke dalam lantai *pocket* seperti terlihat pada gambar di atas. Sedangkan pada gambar yang satunya meskipun botol dalam posisi jatuh, namun botol masih dapat terus berjalan karena di dorong dengan botol belakangnya dan bentuk desain botol yang sedemikian rupa sehingga menyebabkan botol tetap masih bisa berjalan dan masuk ke lantai *pocket*. Dalam posisi seperti gambar yang disebelah kanan meskipun botol jatuh, tetapi keadaan tersebut masih

diperbolehkan. Karena meskipun botol dalam posisi jatuh, tetapi jika jatuhnya dalam posisi yang tidak terbalik, maka nanti ketika dia masuk ke lubang *pocket* posisinya tidak akan terbalik

(tetap dalam posisi yang benar). Sehingga posisi seperti yang terdapat di gambar sebelah kanan, merupakan posisi botol jatuh yang diperbolehkan.



Gambar 8 Perhitungan Sudut Kemiringan Konveyor *Bottle Washer*



Gambar 9 Plat Penganjal Konveyor Tampak Atas

## 6. KESIMPULAN

Pada lini produksi *department* bottling, breakdown terbanyak ada di mesin bottle washer (44%) dan lini produksi *department* bottling mempunyai tingkat cacat produk terbanyak dihasilkan oleh mesin bottle washer (0,05%).

Perbaikan yang dilakukan yaitu menerapkan teknik modifikasi pada mesin bottlewasher dengan memberi teflon di lintasan lantai *pocket* untuk memperlicin jalannya botol. STANDARDISASI penyetingan lantai *pocket* pada stang infeed dan kemiringan konveyor. Tambahan plat pengganjal pada konveyor bottlewasher juga diperlukan untuk mencegah masuknya botol dalam posisi terbalik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gasperz, (2005), *Vincent. Lean Sigma Approach*. Jakarta: Erlangga
- Liker, Jeffrey K, (2006), *Toyota Way Fieldbook*. Jakarta: Erlangga
- , (2007), *Toyota Way Fieldbook*. Jakarta: Erlangga
- Shingo, Shigeo, (1986), *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System*. Stamford: Productivity,
- Shingo, Shigeo, (1997), *Mistake-Proofing for Operators: The ZQC System*, Productivity Press
- ....., (1988), *Poka-yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*, Nikkan Kogyo Shimbun