

Upaya Penurunan Kecacatan Mulut Botol Melipat menggunakan Metode DMAIC di PT. XYZ

Jason Fran Tranggono¹, Prayonne Adi²

Abstract: the research was conducted to eliminate the type of folding bottle mouth defect in the production output at PT XYZ. Folding mouth defect is the cause of leakage in the mouth of bottle. The problem is seen based on customer complaint data in 2021-2022, namely 33% of customers complained about leaking bottles. Efforts to eliminate the type of folding mouth defect carried out using the Define, Measure, Analyze, Improve and Control (DMAIC) stages to analyze the root cause of the problem and provide a proposed improvement plan that will be carried out. Analysis of the causes of the problem is done using the help of fishbone diagrams. Four factors cause the problem of folding mouth defects, namely man, machine, method and material factors. Improvements that can be made to eliminate folding mouth defects are to carry out an overall audit of the machine, replace abnormal parts and making helper tool for set up.

Keywords: DMAIC; fishbone diagram; reduce defect

Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur kemasan kosmetik dengan bahan dasar plastik di Surabaya. Produk yang ditawarkan oleh perusahaan dalam kemasan bubuk, lipstik, jar, dan botol. Perbaikan secara terus menerus merupakan upaya yang dilakukan oleh setiap perusahaan, khususnya PT. XYZ. PT. XYZ memiliki target untuk menciptakan *output* produksi yang stabil dan *zero defect* pada produk yang diterima oleh konsumen. Berdasarkan data komplain pelanggan PT. XYZ pada tahun 2021-2022, komplain terhadap botol bocor memiliki angka persentase tertinggi apabila dibandingkan dengan komplain lainnya dengan angka sebesar 33% dari total komplain yang terjadi. Botol bocor disebabkan jenis kecacatan pada mulut botol yang disebut dengan jenis kecacatan mulut botol melipat atau mulut botol tidak *press*. Jenis kecacatan mulut botol melipat akan menyebabkan botol tidak dapat berfungsi dengan baik sehingga tidak dapat memenuhi kepuasan pelanggan. Jenis kecacatan mulut botol melipat terjadi akibat permasalahan pada suatu mesin di saat produksi berlangsung.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini yaitu dengan

Metode DMAIC. Alur proses DMAIC adalah sebagai berikut.

Mengidentifikasi Masalah

Tahap pengidentifikasian masalah dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap *Continuous Improvement Manager*. Masalah yang menjadi fokus pada penelitian ini yaitu jenis kecacatan mulut botol melipat yang terjadi di Departemen *Extrusion Blow Molding* (EBM). Hal tersebut dikarenakan jenis kecacatan tersebut merupakan penyebab terjadinya botol bocor.

Mengumpulkan Data

Tahap pengumpulan data diperlukan dalam proses penelitian. Data yang digunakan merupakan data untuk melihat dimana potensi yang besar untuk terjadinya jenis kecacatan mulut botol melipat. Data yang dikumpulkan merupakan data Laporan Produksi Harian (LPH) dan data komplain pelanggan PT. XYZ.

Mengolah dan Menganalisis Data

Tahap pengolahan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data jumlah kecacatan mulut botol melipat pada tiap mesin yang ada di Departemen EBM dan mengumpulkan komplain pelanggan yang terjadi. Analisis data yang dilakukan yaitu menentukan akar penyebab permasalahan yang dilakukan dengan menggunakan metode DMAIC.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: jasonfran62@gmail.com, prayonne@petra.ac.id

DMAIC adalah sebuah prosedur pemecahan masalah terstruktur yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan suatu proyek dengan melakukan implementasi solusi/perbaikan berdasarkan akar penyebab permasalahan dan menetapkan solusi/perbaikan terbaik dari permasalahan yang terjadi. Pada tahap *Analyze* terdapat *Fishbone Diagram* dan *Check Sheet*. *Check Sheet* adalah formulir yang dirancang untuk mencatat atau mendokumentasikan data. Dokumentasi data sangat penting dilakukan agar memudahkan dalam menemukan pola atau informasi fakta yang dapat membantu dalam tahap analisis. Bentuk *Check Sheet* dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi dan tujuan dokumentasi dilakukan. Contoh *Check Sheet* dapat dilihat pada gambar 1. *Fishbone Diagram* digunakan untuk mencari akar masalah dari faktor *man*, *method*, *machine*, *measurement*, *material*, dan *environment* (Montgomery [1]). *Fishbone Diagram* dapat dilihat di gambar 2. *Fishbone Diagram* digunakan pada saat mengidentifikasi suatu permasalahan untuk menemukan apa saja kemungkinan penyebab dari Permasalahan (Tague [2])

Defect	Hour							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	///	/		/	/	/	///	/
B	//	/	/	/			//	///
C	/	//					//	///

Gambar 1. *Check Sheet* (Heizer *et al.* [3]).

Melakukan Proses Verifikasi dan Validasi

Tahap verifikasi dan validasi usulan perbaikan perlu dilakukan. Usulan perbaikan yang didapatkan akan disampaikan ke pihak perusahaan melalui pembimbing lapangan yang menjabat sebagai *Continuous Improvement Manager* untuk memastikan usulan yang telah dibuat sudah sesuai dengan kondisi perusahaan dan dapat digunakan oleh perusahaan. Usulan perbaikan yang diverifikasi dan divalidasi akan diimplementasikan sedangkan untuk usulan yang tidak diverifikasi maupun tidak akan kembali pada tahap perancangan.

Hasil dan Pembahasan

Proses Produksi

Berikut merupakan proses produksi PT. XYZ dari awal hingga akhir. Proses pertama yaitu *raw material* (bahan baku) yang telah disiapkan oleh Departemen *Material Processing* dan *Cooling* (MPC) akan dimasukkan ke dalam tempat penampungan bahan baku (*hopper*). Proses yang terjadi pada *hopper*

yaitu tercampurnya material dengan material tambahan lainnya sesuai dengan jenis produk yang diharapkan. Proses kedua yaitu material melewati *barrel*. Material yang telah diletakan di *hopper* akan diteruskan menuju *barrel* untuk dilelehkan. *barrel* terdiri dari 3 bagian yang digunakan untuk memanaskan material dan terdapat *heater* di masing-masing bagian tersebut. Bagian dari *barrel* memiliki pengaturan temperatur yang berbeda-beda sehingga antara *barrel* satu dengan lainnya dapat memiliki temperatur yang berbeda-beda pula. Perbedaan suhu digunakan dalam pencampuran lelehan material di dalam mesin dengan bantuan *screw*. *Screw* tidak hanya digunakan untuk mencampur material namun juga untuk mendorong material yang telah dilelehkan untuk menuju *head*. Proses ketiga yaitu material yang meleleh/*parison* menuju *head* dan *molding*. Proses yang terjadi pada *head* yaitu pemanasan yang masih terjadi guna menjaga *parison* agar tidak mengeras atau tetap dalam bentuk lelehan (*liquid*). *Head* juga memiliki temperatur untuk mengatur panas. Temperatur pada *head* akan lebih rendah apabila dibandingkan dengan temperatur pada *barrel*. *Head* memiliki torpedo yang berfungsi untuk membelah *parison* sehingga *parison* memiliki rongga pada bagian tengah yang nantinya sebagai tempat untuk meniupkan udara dalam proses *blowing*. *Parison* yang telah berongga diteruskan ke *molding* melalui *pin head*. Jumlah lelehan material nantinya akan menjadi tolak ukur *netto* dari produk jadi. Proses keempat yaitu *parison* menuju *blow pin*. *Parison* yang telah berada di *mold* akan dipotong sesuai dengan *timer* yang sudah diatur pada proses tiap mesin. Proses pemindahan *molding* akan dipindahkan dari *head* menuju *blow pin* dengan bantuan *wagon*.

Proses kelima yaitu peniupan *parison* melalui *blow pin* ke cetakan/*mold*. *Parison* pada *molding* yang telah sampai di *blow pin* akan ditiup menggunakan udara yang keluar dari *blow pin*. *Blow pin* akan bergerak turun agar masuk menuju lubang pada *molding* dan akan menyalurkan udara pada lubang tersebut sehingga *parison* yang sudah ditangkap oleh *molding* akan mengembang dan mengeras mengikuti dari bentuk *molding* menjadi botol plastik. Proses tersebut pembentukan produk (*forming*). Proses keenam yaitu botol plastik diletakkan pada tempat penampungan. Botol plastik yang selesai melewati proses peniupan oleh *blow pin* akan diteruskan menuju ke tempat penampungan. Tempat penampungan tersebut merupakan tempat meletakkan produk jadi pada mesin sebelum nantinya akan diinspeksi oleh selektor. Proses ketujuh yaitu inspeksi botol plastik oleh selektor dan proses *treatment*. Botol plastik pada tempat penampungan diinspeksi oleh para selektor untuk memisahkan produk jadi yang baik dengan produk jadi yang tidak baik/cacat. Produk jadi cacat akan diletakkan pada karung dan akan diolah lebih lanjut

untuk dijadikan bahan baku produksi. Produk jadi yang baik akan melalui proses *treatment*. Proses *treatment* merupakan proses penghilangan kelebihan material pada bagian leher dan bawah botol atau yang biasa disebut dengan *flashing neck* dan *bottom*. Proses *treatment* dilakukan dengan menggunakan bantuan alat *cutter/silet* untuk memotong kelebihan material pada botol plastik.

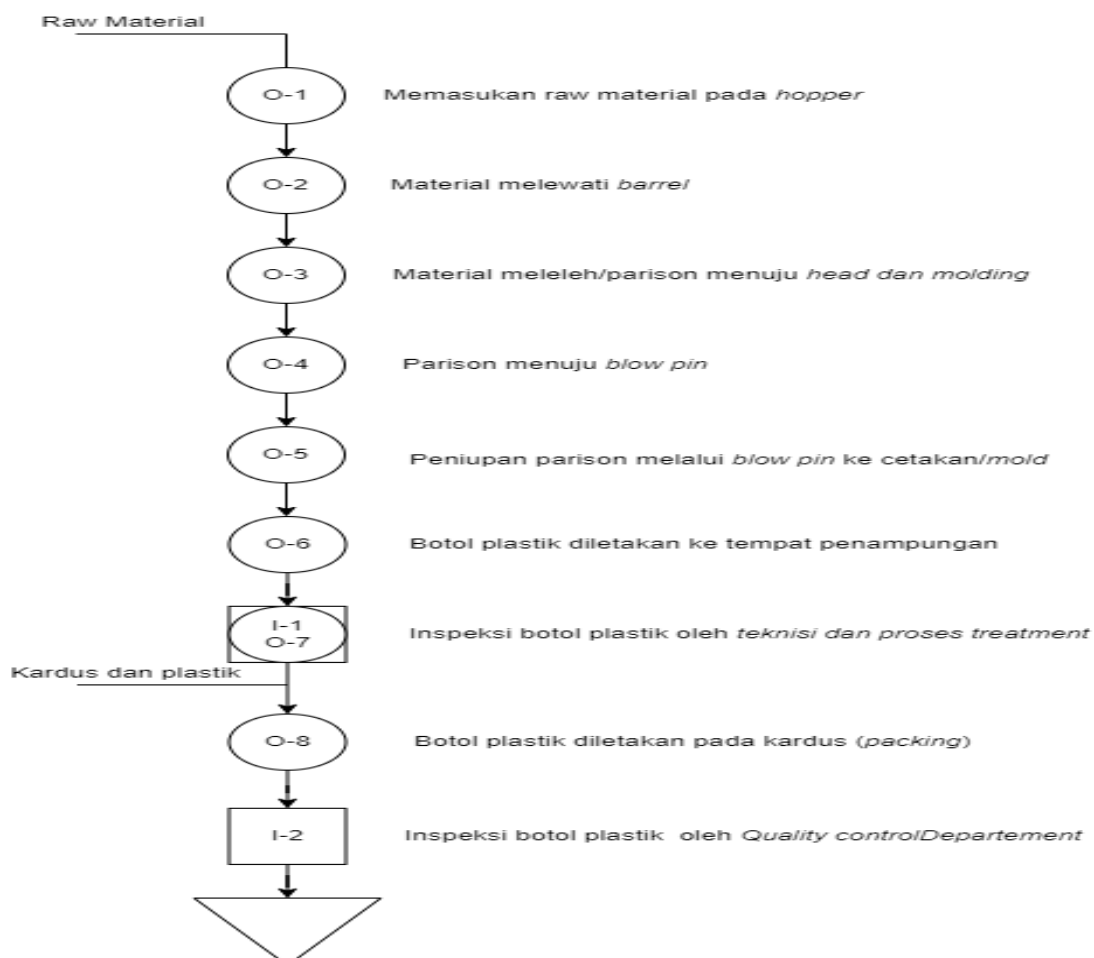
Proses kedelapan yaitu botol plastik diletakan pada kardus (*packing*). Botol plastik atau produk jadi yang baik setelah melewati proses *treatment* akan diletakkan pada kardus dan inspeksi oleh Departemen *Quality Control (QC)*. Proses kesembilan yaitu inspeksi botol plastik oleh Departemen *Quality Control*. Kardus yang akan diinspeksi oleh Departemen *Quality Control* dilakukan secara *random*, apabila ditemukan produk cacat selama proses inspeksi maka kardus akan diberikan label "*QC hold*" agar tidak dikirimkan kepada konsumen. Produk yang baik akan diberikan label "*QC passed*". Urutan proses operasi dapat dilihat di Gambar 2.

DMAIC

DMAIC merupakan salah satu metode yang berisi

langkah-langkah meningkatkan kualitas dan mengatasi masalah yang terjadi. Langkah pertama yang dilakukan dalam penerapan DMAIC yaitu mengidentifikasi masalah yang terjadi (*Define*). Langkah kedua yaitu mengukur tingkat permasalahan (*Measure*). Langkah ketiga yaitu menganalisis permasalahan berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan (*Analyze*). Langkah keempat yaitu dilakukannya perubahan atau perbaikan dari analisis yang telah dilakukan (*Improve*). Langkah kelima yaitu dilakukan kontrol pada perbaikan yang telah dilakukan (*Control*).

Tahap pertama yang dilakukan yaitu mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di PT. XYZ (*Define*). Permasalahan yang menjadi fokus utama penelitian ini yaitu jenis kecacatan mulut botol melipat. Jenis kecacatan mulut botol melipat akan berdampak dengan kualitas mulut dalam botol. Data komplain terdiri dari 7 jenis komplain yaitu botol bocor (terdapat lubang dalam botol sehingga tidak dapat menampung isi botol dengan sempurna) sebanyak 14 kali atau 33,33%, kotor/terkontaminasi (produk yang terkontaminasi akibat benda asing seperti serangga/debu ataupun rambut) sebanyak 11 kali atau 26,19%, tidak sesuai spesifikasi (ukuran



Gambar 2. Operation Process Chart

produk tidak sesuai dan kesalahan pada label) sebanyak 5 kali atau 11,9%, *scratch* (produk yang memiliki kecacatan dengan bentuk menyerupai garis pada sebuah produk) sebanyak 2 kali atau 4,76%, cap renggang (tutup botol tidak dapat menutup botol dengan sempurna) sebanyak 3 kali atau 7,14%, *printing*/label (kesalahan pada pencetakan label pada produk) sebanyak 3 kali atau 7,14%, *others* (komplain terhadap permasalahan *flashing*, *gap* miring, dan bintik material) sebanyak 4 kali atau 9,52%.

Tahap kedua yang dilakukan adalah melakukan pengukuran terhadap permasalahan yang terjadi (*Measure*). Tahap ini dilakukan untuk menentukan dan melihat mesin dengan persentase jenis kecacatan mulut botol melipat yang tertinggi. Jumlah jenis kecacatan mulut botol melipat dapat dilihat di data LPH yang didapatkan dari pencatatan oleh selektor pada tiap mesin. Mesin *parker 3* merupakan mesin dengan persentase kecacatan terbesar sebanyak 0,77%.

Tahap ketiga adalah melakukan analisis terhadap permasalahan yang terjadi. Tahap ini dilakukan dengan mencari tahu akar penyebab permasalahan yang terjadi. Analisis penyebab terjadinya jenis kecacatan mulut botol melipat dilakukan dengan menggunakan *Fishbone Diagram* (dapat dilihat di Gambar 3)

Faktor penyebab permasalahan dapat dikategorikan menjadi 3 faktor pada *Fishbone Diagram* yaitu *man*, *machine*, dan *material*. *Fishbone Diagram* diatas menunjukkan bahwa faktor *method*, *measurement*, dan *environment* tidak menjadi faktor penyebab dari terjadinya kecacatan mulut botol melipat. Hal ini dikarenakan penyebab jenis kecacatan mulut botol melipat tidak berpengaruh dengan metode produksi, faktor kondisi lingkungan, dan faktor pengukuran yang dilakukan. Faktor metode produksi diartikan dengan cara sebuah produksi berjalan. Faktor penyebab terjadinya kecacatan mulut botol melipat pertama adalah *machine*. Faktor *machine* yang dapat menyebabkan jenis kecacatan mulut botol melipat adalah *cutting parison* tidak dapat memotong dengan baik. Proses *cutting* yang tidak baik membuat *parison* yang meleleh melalui *head* tidak akan langsung terpotong dengan sempurna namun terbawa oleh pergerakan *cutter* terlebih dahulu. Hal tersebut menyebabkan *parison* akan mengalami kecacatan pada bagian *neck*/mulut produk. *Cutter* yang tumpul, kotor, dan kendur merupakan penyebab *cutting parison* tidak dapat memotong dengan baik. Faktor *machine* yang dapat menyebabkan jenis kecacatan mulut botol melipat lainnya yaitu *blow pin* yang tidak *center*. *Blow pin* yang tidak *center* akan bergesekan dengan mulut *molding* sehingga menyebabkan terjadinya kecacatan mulut botol melipat. Penyebab *blow pin*

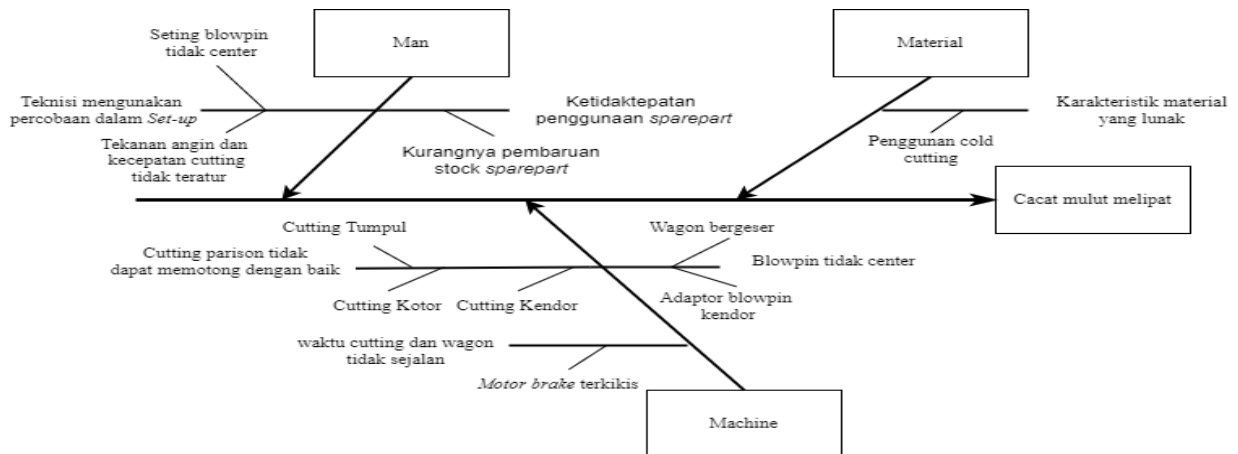
yang bergeser atau tidak *center* adalah *blow pin* yang kendur. Faktor *machine* lainnya yang dapat menyebabkan jenis kecacatan mulut botol melipat merupakan waktu *cutting* dan *wagon* tidak sejalan. Perbedaan ini disebabkan karena *motor brake* yang terkikis. *Motor brake* yang telah terkikis akan memberikan kemampuan yang kurang baik bila dibandingkan dengan keadaan yang baru.

Faktor *man* yang menyebabkan jenis kecacatan mulut botol melipat adalah teknisi menggunakan percobaan dalam *set-up*. Percobaan ini berlangsung setelah teknisi *set-up* menyiapkan sebelum jalanya produksi. Terdapat 2 penyebab yang berpengaruh dengan kecacatan mulut botol melipat. Penyebab pertama yaitu *setting blow pin* yang tidak *center*. Hal tersebut menyebabkan ketebalan diameter botol menjadi tidak sama atau cacat. Penyebab lainnya yaitu tidak adanya tolak ukur pengaturan sebuah mesin dalam menghasilkan produk yang baik. Pengaturan dalam mesin yang akan berpengaruh dalam kecacatan mulut botol melipat yaitu tekanan angin dan kecepatan *cutting*. Faktor penyebab lainnya yaitu ketidaktepatan teknisi dalam penggunaan *spare part*. Ketidaktepatan tersebut terjadi karena tidak adanya stok *tooling* dari Departemen *Management Tooling Production* (MTP).

Faktor *material* yang dapat menyebabkan jenis kecacatan mulut botol melipat adalah penggunaan *cold cutting* untuk memotong *parison*. Penggunaan *cold cutting* kurang tepat digunakan apabila produk memiliki karakteristik lunak.

Tahap keempat yang dilakukan yaitu perbaikan untuk mengatasi penyebab permasalahan yang terjadi (*Improve*). Berdasarkan *Fishbone Diagram*, ditemukan beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan mulut botol melipat. Penyebab permasalahan ini akan diberikan usulan rencana perbaikan sebagai upaya menghilangkan jenis kecacatan mulut botol melipat.

Improve pertama yaitu pergantian *part* yang tidak normal (audit mesin). *Blow pin* yang tidak *center* dan *cutting parison* yang tidak dapat memotong dengan baik merupakan penyebab terjadinya jenis kecacatan mulut botol melipat pada produk. *Blow pin* yang tidak *center* disebabkan karena *wagon* yang bergeser dan adaptor *blow pin* yang sudah kendur. *Cutting parison* yang tidak dapat memotong dengan baik disebabkan oleh *cold cutting* yang sudah tumpul atau *hot cutting* yang sudah kotor dan kendur. *Cutting parison* yang tidak dapat memotong dengan baik disebabkan oleh *cold cutting* yang sudah tumpul atau *hot cutting* yang sudah kotor dan kendur. *Cutting parison* dan *cold cutting* yang tumpul disebabkan oleh pemakaian *cutting* secara terus menerus pada saat proses produksi berlangsung. Permasalahan ya-



Gambar 3. Fishbone Diagram

ng terjadi pada *hot cutting* adalah *hot cutting* yang kotor akibat adanya lehan *parison* yang menempel pada *hot cutting* dan *hot cutting* yang menjadi kendur akibat getaran mesin. Usulan rencana perbaikan ini dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh mesin yang ada di Departemen EBM yang jarang mendapatkan *preventive maintenance*.

Preventive maintenance yang dilakukan pada mesin di Departemen EBM telah dijadwalkan setiap setahun sekali, namun realitasnya hal tersebut belum tentu dilakukan. Hal tersebut terjadi karena mesin di lantai produksi Departemen EBM beroperasi selama 24 jam sehingga apabila *preventive maintenance* dilakukan, mesin diharuskan untuk berhenti produksi terlebih dahulu. Usulan perbaikan penggantian *part* yang tidak normal telah disetujui oleh pihak perusahaan dan dilakukan berdasarkan data *NCN improve* mulut botol melipat periode Februari 2022-Maret 2022. *Action plan* yang akan dilakukan berdasarkan data *NCN improve* mulut botol melipat Februari 2022-Maret 2022 yaitu penggantian *adaptor blow pin*, penggunaan *hot cutting*, perbaikan cuncum, kalibrasi wagon, pergantian *motor brake*, daan *carriage* tidak normal.

Hasil perbaikan *part* yang tidak normal menyebabkan penurunan rata rata kecacatan sebesar 24%. Penurunan terjadi disebabkan oleh *part* yang dilakukan perbaikan sesuai dengan dengan target produksi yang sedang berjalan. Mesin yang mengalami kenaikan kecacatan mulut botol melipat setelah *improvement* terjadi 4 mesin yaitu BM 08, kautex 1, VK 4, dan VK 2002. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti pergantian target produksi sehingga *part* yang telah mengalami perbaikan tidak diterapkan. Faktor lainnya yang berpengaruh yaitu timbulnya *part* yang tidak normal setelah audit dilakukan. *Part* yang tidak normal tersebut disebabkan oleh *part* yang dinilai bagus pada saat audit dilakukan diskusi untuk menentukan usulan terbaik. *Improve* kedua yaitu *Check List* perubahan stok *spare part*. Rencana per-

baikan *Check List* perubahan *stock spare part* perlu dilakukan. Hal tersebut dikarenakan saat audit perbaikan *part* yang tidak normal telah ditemukan adanya penggunaan *part* yang tidak semestinya. Penggunaan *part* yang tidak semestinya dapat terjadi karena kurangnya pembaharuan stok yang dilakukan oleh Divisi *Maintenance Tooling Production* (MTP). MTP pada Departemen EBM dijalankan oleh satu orang per *shift*. Jumlah karyawan tersebut dinilai kurang karena *job description* utama teknisi MTP yaitu melakukan perbaikan *tooling* jika *breakdown* terjadi. Perbaikan akan dilakukan secara terus menerus terhadap 15 mesin. Hal tersebut membuat teknisi lalai dalam melakukan pembaharuan stok *spare part*. Kelalaian teknisi dalam mengisi data tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan jumlah stok hingga 20,27% dari stok yang semestinya. Usulan diharapkan dapat diterapkan di papan tulis dengan tujuan pengurangan pemakaian kertas dan dapat memudahkan karyawan dalam membacanya. Selain itu, Usulan tersebut menjawab salah satu permasalahan teknisi MTP yaitu rendahnya komunikasi antara teknisi *set-up* dan *maintenance*. Ketika pengamatan dilakukan, komunikasi dilakukan melalui aplikasi WhatsApp. Berdasarkan *Continuous Improvement Manager*, hal tersebut dirasa tidak efektif. Selain itu, teknisi diharuskan untuk melakukan pengecekan *smartphone* dalam proses *update* stok. Dengan adanya *Check List* yang dibuat, teknisi *set-up/maintenance* lebih mudah dalam memberikan informasi kepada teknisi MTP.

Improve ketiga yaitu penerapan *hot cutting*. Material yang digunakan untuk melakukan proses produksi di Departemen EBM sangatlah beragam dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Karakteristik material yang berbeda-beda tersebut menyebabkan penyesuaian pada *tooling* yang akan digunakan di mesin pada saat proses produksi. Salah satu *tooling* yang berpengaruh terhadap jenis material yaitu *cutting*. Terdapat dua jenis *cutting* pada mesin di EBM yaitu *cold cutting* dan *hot cutting*. Pemotongan yang menggunakan *hot cutting* dapat membuat potongan *parison* yang lebih baik. Hal tersebut

dikarenakan *hot cutting* bersifat panas sehingga *parison* dapat terpotong dengan baik. Penggunaan *hot cutting* dapat digunakan pada material jenis apapun. Oleh karena itu, usulan rencana perbaikan yang dilakukan adalah penggunaan *hot cutting* pada mesin yang digunakan untuk proses produksi di Departemen EBM. Penggunaan *hot cutting* pada beberapa mesin di Departemen EBM memerlukan modifikasi terlebih dahulu. Hal tersebut dikarenakan beberapa mesin yang memang tidak menggunakan *hot cutting*. Beberapa mesin yang tidak menggunakan *hot cutting* yaitu mesin *fischer* dan VK. Kedua mesin tersebut akan dipasangkan sebuah trafo sehingga *hot cutting* dapat digunakan pada mesin *fischer* dan VK. Modifikasi *hot cutting* tersebut dilakukan oleh Departemen *Maintenance*. Setelah itu, Departemen EBM akan melakukan *work order* atau penambahan unit baru apabila terjadi permasalahan pada *hot cutting*. Fase *improvement hot cutting* dapat terpasang dalam mesin VK 03. Pelaksanaan pemasangan *hot cutting* dapat terhambat dengan padatnya jumlah modifikasi yang harus dilakukan. Pemasangan *hot cutting* pada mesin VK 03 menyebabkan terjadi penurunan sebanyak 0,19%. Pergantian tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat mendukung penurunan kecacatan mulut botol melipat.

Improve keempat yaitu penambahan alat bantu untuk pemasangan *hot cutting*. Penambahan alat bantu pemasangan *blow pin* perlu dilakukan agar percobaan *set-up* yang dilakukan oleh teknisi dapat berkurang. Teknisi *set-up* melakukan pergantian apabila terdapat perubahan jenis produksi yang diharapkan. Pergantian ini membuat mesin harus mengganti semua *part* yang berhubungan dengan jenis produk. Salah satu pergantian yang dilakukan dan penyebab terjadinya mulut botol melipat yaitu cetakan/ *mold* dan *blow pin*. Pemasangan yang tidak tepat dapat menyebabkan produk yang dihasilkan menjadi tidak sempurna.

Salah satu kriteria yang diperhatikan dalam inspeksi yaitu ketebalan mulut pada botol. Ketebalan yang berbeda dapat menyebabkan botol tidak dapat ditutup dikarenakan terdapat rongga antara mulut botol dan tutup botol. Ketebalan yang berbeda tersebut disebabkan tidak adanya standar dalam pemasangan *blow pin*. Oleh karena itu, diperlukannya alat bantu dalam pemasangan *blow pin*. Perancangan alat bantu difokuskan kepada mesin kautex 1. Hal tersebut dikarenakan mesin tersebut memiliki waktu *set-up* terlama. Pemasangan yang lama disebabkan oleh jenis mesin tersebut memiliki jumlah *blow pin* yang lebih banyak dari mesin lainnya. Jumlah *blow pin* yang lebih banyak tersebut menyebabkan teknisi membutuhkan waktu hingga 120 menit dalam melakukan *set-up*. *Improve* kelima yaitu penentuan tingkat tekanan *parison* dan kecepatan *cutting*. Beberapa faktor penyebab terjadinya mulut botol

melipat adalah tekanan *parison* dan kecepatan *cutting*. Tekanan *parison* yang dilakukan berupa jumlah angin yang diberikan melalui *blow pin* sehingga *parison/material* dapat berkembang. Apabila tekanan angin terlalu kecil maka pelebaran botol tidak akan sempurna sedangkan jika terlalu besar maka akan terjadi perbedaan ketebalan botol. Kecepatan *cutting* juga berpengaruh pada penyebab kecacatan mulut botol melipat. Selain itu, kecepatan yang terlalu lambat dapat menyebabkan penurunan *output* produksi.

Kecepatan *cutting* yang terlalu cepat memiliki resiko *Parito* yang tidak dapat memotong dengan sempurna dan terbawa atau terdorong oleh *cutting*. Penentuan tingkat tekanan *parison* dan kecepatan *cutting* dilakukan terhadap mesin parker 3. Mesin tersebut dipilih karena umur yang relatif baru serta telah sesuai standar dalam pengoperasiannya. Penentuan tingkat tekanan *parison* dan kecepatan *cutting* dilakukan dengan pendekatan *Design of Experiment (DOE)*. *DOE* digunakan untuk melihat pengaruh dari faktor yang akan diuji. Faktor yang digunakan yaitu tekanan *parison* memiliki 3 *level* yaitu *level* 0,3, *level* 0,9, dan *level* 1,5. Faktor kecepatan *Cutting* memiliki 3 *level* yaitu *level* 1, *level* 2, dan *level* 3. Dengan kombinasi 2 faktor dan 3 *level* tersebut akan menghasilkan 9 kombinasi percobaan. Namun, dalam pengambilan data dilakukan replikasi sebanyak 2 kali sehingga terdapat 18 total percobaan dengan tujuan akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan.

P-value menjadi tolak ukur apakah faktor tersebut akan memberikan dampak yang signifikan atau tidak. Hipotesisnya yaitu H_0 : kecepatan dan tekanan *parison* tidak berpengaruh signifikan dengan jumlah kecacatan mulut botol melipat, H_1 : kecepatan dan tekanan *parison* berpengaruh signifikan dengan jumlah kecacatan mulut botol melipat. *P-value* yang didapat di bawah 0,05, sehingga dapat disimpulkan gagal tolak H_0 . Gagal tolak H_0 menandakan bahwa kecepatan dan tekanan *parison* berpengaruh signifikan terhadap jumlah kecacatan mulut botol melipat (lihat Gambar 4).

Selain itu, uji *normality Anderson-Darling* pada uji grafik *Normal Probability Plot*. Hipotesisnya yaitu H_0 : jumlah *defect* berdistribusi normal, H_1 : jumlah *defect* tidak berdistribusi normal. *P-value* yang didapatkan yaitu 0,536. *P-value* yang didapat lebih besar dari *aplha* (0,05) sehingga dapat dinyatakan gagal tolak H_0 . Hal tersebut menandakan bahwa jumlah *defect* berdistribusi normal. Uji kenormalan diperlukan untuk melipat apakah data berdistribusi normal. Grafik *Versus Fits* menunjukkan bahwa persebaran data memiliki differensiasi yang normal. Hal ini dibuktikan dengan perbedaan jarak antar data yang tidak signifikan sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ada data yang dihasilkan dari diluar faktor yang diamati.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	56.67	14.167	4.93	0.012
Linear	4	56.67	14.167	4.93	0.012
speed	2	30.33	15.167	5.28	0.021
Parison	2	26.33	13.167	4.58	0.031
Error	13	37.33	2.872		
Lack-of-Fit	4	24.33	6.083	4.21	0.034
Pure Error	9	13.00	1.444		
Total	17	94.00			

Gambar 4. Tampilan hasil uji anova

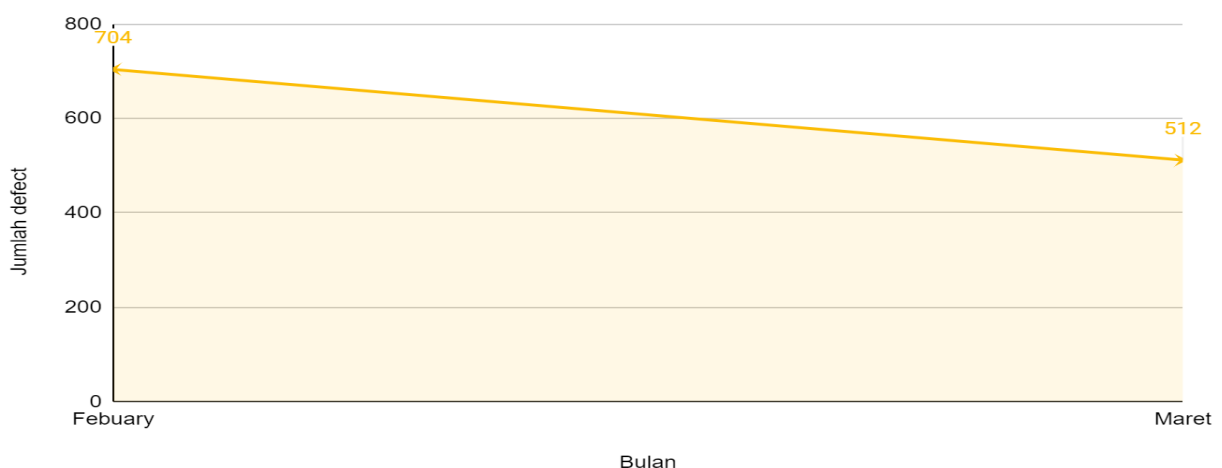
Grafik *Versus Order* menunjukkan bahwa tidak ada pola yang mengakibatkan perbedaan dalam pengambilan data. Perbedaan seperti *output* yang meningkat dikarenakan pergantian pekerja tidak ditujukan dalam penelitian ini. Dilakukan interaksi menggunakan *Interaction Plot* antar faktor DOE. Faktor yang berperan dalam jumlah kecacatan mulut botol melipat yaitu kecepatan *cutting* dan tekanan *parison*. Jumlah *defect* yang diharapkan apabila semakin kecil maka semakin baik, sehingga kombinasi yang akan menghasilkan *defect* paling sedikit adalah kombinasi kecepatan *cutting* 2 dengan tekanan *parison* 0,3. Penerapan kombinasi *level* dilakukan pada mesin *Parker 3* dengan item BT8251 SDM 100ML. Item tersebut dipilih karena terdapat jadwal produksi selama lebih dari 30 hari. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah *defect* mulut botol melipat sebelum dan sesudah implementasi perbaikan dilakukan. Berdasarkan perbandingan data LPH, ditemukan terjadinya penurunan *defect* mulut botol melipat pada mesin *parker 3*. Jumlah *defect* mulut botol melipat pada Februari 2022 yaitu 704, sedangkan jumlah *defect*

jumlah *defect* pada Maret 2022 hanya 512. Hal tersebut menandakan bahwa *defect* turun sebanyak 192 atau 27% (lihat Gambar 5).

Tahap kelima yang dilakukan adalah melakukan kontrol terhadap perbaikan yang telah dilakukan untuk mempertahankan hasil perbaikan yang telah dilakukan. Tahap *Control* dilakukan dengan membuat *hand book* (panduan perbaikan). *Hand book* dapat digunakan dalam membantu teknisi untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, khususnya *set-up*. Hasil kontrol yang diberikan akan memberikan informasi mengenai permasalahan terkait dan dapat diterima oleh teknisi yang baru. Penurunan jumlah *defect* pada Maret 2022 yaitu sebanyak 192 atau 27%. Penurunan tersebut diharapkan dapat dipertahankan. *Hand book* penerapan DOE dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tahap *Control* juga diterapkan kepada penerapan alat bantu dengan membuat *Check List*. *Check List* digunakan oleh observator dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan alat bantu. Dengan adanya *Check List* perusahaan dapat mengetahui

Jumlah defect item BT8251 SDM 100ML



Gambar 5. Jumlah defect item BT8251 SDM 100ML

jumlah penurunan kecacatan yang telah diterapkan. Tahap *Control* dilakukan dengan membuat *hand book* (panduan perbaikan). *Hand book* dapat digunakan dalam membantu teknisi untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, khususnya *set-up*. *Hand book* sudah dibuat sehingga dapat memudahkan observator.

Hasil kontrol yang diberikan akan memberikan informasi mengenai permasalahan terkait dan dapat diterima oleh teknisi yang baru. Penurunan jumlah defect pada Maret 2022 yaitu sebanyak 192 atau 27% (lihat Gambar 4). Penurunan tersebut diharapkan dapat dipertahankan. Tahap *Control* juga diterapkan kepada penerapan alat bantu dengan membuat *Check List*. *Check List* digunakan oleh observator dengan tujuan mengetahui tingkat keefektifan alat bantu. Dengan adanya *Check List*, perusahaan dapat mengetahui jumlah penurunan kecacatan pada mulut botol melipat yang telah diterapkan. *Check List* sudah diimplementasikan.

Simpulan

Penelitian yang telah dilakukan ditemukan terdapat beberapa akar penyebab terjadinya jenis kecacatan mulut botol melipat dengan menggunakan metode *Fishbone Diagram*. Akar penyebab terjadinya mulut botol melipat yaitu *wagon* yang bergeser, adaptor

blow pin yang kendor, *motor brake* terkikis, *cutting* tumpul, *cutting* kendor, *cutting* kotor, kurangnya pembaharuan stok *spare part*, *setting blow pin* tidak center, tekanan angin, kecepatan *cutting* tidak teratur, dan karakteristik material yang lunak. Rencana dan perencanaan perbaikan dilakukan dalam upaya mengurangi jenis kecacatan mulut botol melipat pada lantai produksi EBM.

Hasil perbaikan yang dilakukan seperti pergantian *part* yang tidak normal, penentuan *level* tekanan angin dan kecepatan *cutting*, penggunaan *hot cutting* dan pembuatan alat bantu center *blow pin*. Selain itu, usulan yang diberikan yaitu *Check List* perubahan *spare part* MTP. Berdasarkan perbandingan data LPH yang ada, ditemukan penurunan *defect* pada mulut botol melipat. Jumlah *defect* mulut botol melipat memiliki penurunan rata rata *defect* sebesar 24%.

Daftar Pustaka

1. Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control* (7th ed), Wiley Publishing, 2013.
2. Tague, N. R., *The Quality Toolbox* (2nd ed), ASQ Quality Press, 2005.
3. Heizer, J., Render, B. and Munson, C., *Operation Management: Sustainability and Supply Chain Management*, Pearson Education, 2017.