

Upaya Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk *Head Travel Kit* pada PT. Berlina Tbk

Diajeng Rizky Amelia ¹, Rina Sandora ², Farizi Rachman ³

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Teknik Pengolahan Limbah, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: diajengrizky@student.ppns.ac.id¹

Abstract – In packaging industries, PT. Berlina is engaged in the production of plastic packaging, especially in injection moulding departement based on September 2019 data, there is a product that has the largest percentage of defects namely head travel kit (9.1%). Bubble defect is the most dominant problem among other disability categories with a percentage of 57.9%. This study aims to know and identify the factors that cause bubble defect and determine alternative improvement policies that can reduce the rate of occurrence of bubble defects of head travel kit product to implement. The method use in this study is Six Sigma which includes five stages of analysis, namely DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). Each stage of DMAIC is done by carefully analyzing and maintaining the process. The results of this study indicate that the factors causing bubble analyzed by FTA are speed injection parameters exorbitant, plastizing process less precise, back pressure parameter too low, and ventilation syste, less precise. There are plan of improvement effort that is varying the speed injection parameter, extend the holding time parameter, extend the back pressure parameter, and cleaning the venting area. While the effort improvement that has be done is varying the speed injection parameter with a range of 15 mm/s until 25 mm/s and extend the holding time parameter to 6 secon. The result of effort improvement are showed the decrease of defects percentage between before and after improvement that is from 26 % to 10 % and obtained 3,145 sigma, it means more and better than from previous sigma value, it is 2,849 sigma.

Keywords: Bubble defect, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Fault Tree Analysis (FTA), Quality Control, Control Chart, Six Sigma

Nomenclature

- c = Jumlah tidak kesesuaian
n = Banyaknya yang diinspeksi dalam 1 grup
u = Rata – rata jumlah ketidaksesuaian per unit untuk banyak sub grup
UCL = Batas kontrol atas
LCL = Batas kontrol bawah
CL = u = Garis tengah / rata-rata
D = Jumlah *Defect*
U = Jumlah *Unit*
O = Jumlah Kesempatan yang akan mengakibatkan cacat
DPO = Jumlah *Defect* Per Kesempatan
DPU = Jumlah *Defect* Per *Unit*

1. PENDAHULUAN

PT. Berlina Tbk merupakan salah satu anak perusahaan perdagangan di Surabaya yang bergerak di berbagai bidang usaha, salah satunya bidang manufaktur. PT. Berlina Tbk merupakan sebuah industri yang bergerak di bidang produksi kemasan plastik, khususnya pada bidang pembuatan kemasan kosmetik seperti kemasan bedak, botol plastik, *jugs*, *cap*, dan masih banyak lagi. Departemen produksi di PT. Berlina Tbk terbagi menjadi tiga area produksi yaitu area *blow moulding*, area *injection moulding*, dan area *decoration*.

Perkembangan zaman yang memasuki era

globalisasi menuntut perusahaan untuk dapat bertahan terhadap persaingan global dengan meningkatkan kualitas jasa atau produk yang dimulai dari berkualitasnya proses di lini produksi agar dapat berjalan secara efisien dan efektif. Serta untuk menjaga kepercayaan *costumer* dengan memberikan perhatian penuh terhadap kualitas produk agar bebas dari kerusakan. Dalam hal ini kualitas menjadi salah satu tolok ukur kepuasan *costumer*.

Kualitas dapat diartikan sebagai tingkat atau ukuran kesesuaian suatu produk dengan pemakainya. Menurut Alisjahbana dalam [1] mengartikan kualitas sebagai tingkat kesesuaian produk dengan standar yang telah ditetapkan. Namun, dalam aktivitas produksi di perusahaan masih sering terjadi masalah kecacatan produk. Produk cacat merupakan produk yang dihasilkan dalam proses produksi namun tidak sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh *quality control* dan *costumer*. Hal tersebut akan berpengaruh pada kualitas produk, *image* perusahaan, dan kepuasan *costumer*. Pengurangan produk cacat dapat dilakukan dengan pengendalian kualitas produk dalam peningkatan produktivitas. Menurut Mitra dalam [2] menyatakan bahwa pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem yang digunakan untuk menjaga tingkatan kualitas pada

produk atau jasa dan dilakukan secara terus menerus hingga pengimplementasian dari perbaikan karakteristik yang tidak sesuai dengan sebuah standar spesifikasi. Salah satu cara dalam pengendalian kualitas produk adalah dengan meningkatkan kualitas proses produksi yang harus dijalankan secara terus menerus dan analisis dalam merumuskan penyebab kecacatan produk yang dilakukan sebagai upaya perbaikan untuk mengurangi produk cacat.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama berada di PT. Berlina Tbk pada tahun 2019 khususnya pada area produksi *injection moulding*, permasalahan cacat hasil produk masih banyak ditemukan. Dari berbagai jenis produk yang di produksi, produk *head travel kit* memiliki kapasitas produksi terbesar dibanding jenis produk lainnya karena produksinya yang dilakukan secara *continues*, sehingga diperlukan perhatian lebih khusus pada produk ini. Pada proses produksi *head travel kit* masih sering kali dijumpai *defect* (cacat). Selain itu produk *head travel kit* mengalami tingkat *defect* yang tinggi dalam tiap produksinya.

Berdasarkan data historis yang dimiliki oleh pihak *quality control* PT. Berlina Tbk pada bulan September 2019, produk *head travel kit* memiliki persentase cacat tertinggi mencapai 9,1% sedangkan persentase target produk cacat maksimal di perusahaan yaitu 2%. Berdasarkan data inspeksi harian yang dilakukan *quality control*, cacat yang ditimbulkan dari hasil produksi *head travel kit* diantaranya *bubble* atau gelembung, *jetting*, deformasi, warna tidak standard, bercak, dan krowak. *Bubble* atau gelembung menjadi cacat yang paling dominan diantara cacat lainnya, yaitu sebesar 57,9%.

Dalam hal ini *bubble* merupakan *visual defect* yang masih terus dilakukan *repair* sampai produk sesuai dengan standard kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan berdasarkan kebutuhan *customer*. Hal tersebut merupakan pemborosan sumber daya, baik dalam hal biaya, tenaga kerja, waktu dan bahan baku, sehingga perlu adanya upaya dalam mengetahui penyebab cacat yang terjadi untuk mengurangi tingkat kecacatan secara bertahap. Hingga saat ini PT. Berlina Tbk belum menerapkan metode lebih khusus untuk mengatasi tingginya tingkat kecacatan tersebut.

Dari penggambaran permasalahan diatas, maka perusahaan membutuhkan suatu upaya perbaikan terutama dari segi proses. Konsep pendekatan *six sigma* merupakan konsep statistik yang cocok digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Menurut Gasperz dalam [3] *six sigma* merupakan metode untuk peningkatan kualitas dalam memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi cacat, yang memiliki kemungkinan 3,4 DPMO untuk setiap kali produksi barang dan jasa. Salah satu cara untuk menekan produk agar dapat digunakan adalah dengan perbaikan proses terhadap

suatu sistem produksi secara menyeluruh. Prosedur yang digunakan untuk memperbaiki proses dan peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma*, yaitu dengan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

2. METODOLOGI

2.1. Six Sigma

Menurut Pande dalam [4] mendefinisikan *six sigma* adalah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis. Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *six sigma*, yaitu :

- 1 Identifikasi pelanggan
- 2 Identifikasi produk
- 3 Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan
- 4 Definisi proses
- 5 Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
- 6 Tingkat proses secara terus menerus menuju target *six sigma*

Menurut Gasperz dalam [5] *six sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Pengertian ini berdampak pada munculnya pengertian tingkat mutu *six sigma* yang lain yaitu tingkat mutu dimana hanya terdapat 3,4 kecacatan dihasilkan dari satu juta kesempatan terjadinya kecacatan *Defect per Million Opportunity* (DPMO). Dengan tingkat mutu *six sigma* yang dimiliki perusahaan, yang memiliki tingkat DPMO sebesar 3,4 pelanggan boleh mengharapkan bahwa 99.99966 % dari apa yang diharapkan akan terdapat dalam produk tersebut. Nilai DPMO ini sebenarnya harus diinterpretasikan bahwa dalam satu unit tunggal, rata – rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik *critical to quality* (CTQ) adalah hanya sebesar 3,4 dari satu juta kesempatan.

Menurut Pete dan Holpp [4] terdapat tahap – tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *six sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Tahap *define* merupakan tahap untuk mendefinisikan dan menyeleksi permasalahan apakah produk *bubble* atau gelembung perlu dilakukan penelitian. Pada tahap ini digunakan diagram pareto dan diagram *critical to quality* (CTQ). Tahap *measure* digunakan untuk mengetahui proses yang sedang terjadi. Pada tahap ini dilakukan pembuatan peta kendali U dan perhitungan *defect per million opportunity* (DPMO). Tahap *analyze* digunakan untuk mencari dan menemukan akar penyebab dari suatu masalah. Pada tahap ini digunakan *fault tree analysis* (FTA) dan *failure mode and effect analysis* (FMEA). Tahap *improve* dilakukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi

pada produk *head travel kit* yang mengalami cacat *bubble* atau gelembung dengan dilakukan rencana tindakan perbaikan. Tahap *control* digunakan untuk membandingkan presentase jumlah produk cacat yang terjadi, nilai DPMO dan nilai sigma sebelum dan sesudah dilakukan tindakan perbaikan.

2.2. Critical to Quality (CTQ)

[6] mengartikan *critical to quality* (CTQ) adalah sebuah kunci indikator terukur dari sebuah produk atau proses dan standar kinerja atau upaya perancangan dengan kebutuhan pelanggan. CTQ umumnya berdasarkan pernyataan kritis *customer* yang didapat dari *voice of customer*.

2.3. Diagram SIPOC

Menurut [7] diagram SIPOC merupakan salah satu teknik yang paling berguna dan paling sering digunakan. Diagram ini digunakan untuk menyajikan sekilas dari alir kerja. SIPOC berasal dari lima elemen yang ada pada diagram yaitu :

- Supplier* adalah orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material atau sumber daya lain kepada proses.
- Input* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*supplier*) kepada proses untuk menghasilkan input.
- Process* merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi serta ideal menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *input*).
- Output* merupakan produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*).
- Customer* adalah orang atau kelompok orang atau sub proses yang menerima *output*.

2.4. Peta Kendali U

Grafik pengendali u mirip dengan grafik kendali c, kecuali bahwa unit sampel tidak harus memiliki ukuran yang sama (area kesempatan tidak harus sama) pada u *chart*. Peta kendali u merupakan grafik pengendali dengan sifat atribut. Rumus yang digunakan untuk menghitung peta kendali u dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$CL = u = \frac{\sum c}{\sum n} \quad (1)$$

$$UCL = u + 3 \frac{\sqrt{u}}{n} \quad (2)$$

$$LCL = u - 3 \frac{\sqrt{u}}{n} \quad (3)$$

2.5. Defects Per Million Opportunities (DPMO)

Menurut Breyfogege dalam [2] perhitungan cacat per unit dapat memberikan wawasan tambahan tentang suatu proses dengan memasukkan jumlah peluang kegagalan. Metrik cacat per unit mempertimbangkan jumlah peluang kegagalan dalam perhitungan. Untuk mengislustrasikan metodologi, pertimbangkan suatu proses dimana cacat diklasifikasikan berdasarkan tipe karakteristik

dan jumlah peluang untuk kegagalan dicatat untuk setiap tipe karakteristik. Perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) menurut Breyfogege :

$$DPU = \frac{C}{B} \quad (4)$$

$$DPO = \frac{DPU}{D} = \frac{C}{B \times D} \quad (5)$$

$$DPMO = DPO \times 10^6 \quad (6)$$

Dengan :

B : Jumlah produk yang diperiksa

C : Jumlah produk cacat

D : Jumlah CTQ potensial

2.6. Fault Tree Analysis (FTA)

Menurut Sulistyoko dalam [2] *Fault tree analysis* adalah suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana dapat diuraikan sebagai teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisikan sebelumnya atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut.

2.7. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Gaspersz dalam [8] *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang terkamasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. *Failure Mode* diartikan sebagai jenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen.

2.8. Risk Priority Number (RPN)

Menurut [9] *Risk Priority Number* (RPN) adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menganalisa risiko dengan menghubungkan potensial masalah yang diidentifikasi dalam *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Rumus perhitungan nilai *risk priority number* dapat dilihat pada persamaan 7.

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (7)$$

Setelah nilai RPN keseluruhan komponen didapatkan, selanjutnya dilakukan penentuan komponen kritis, suatu komponen dikategorikan sebagai komponen kritis jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis [9].

Rumus perhitungan nilai kritis dapat dilihat pada persamaan 8.

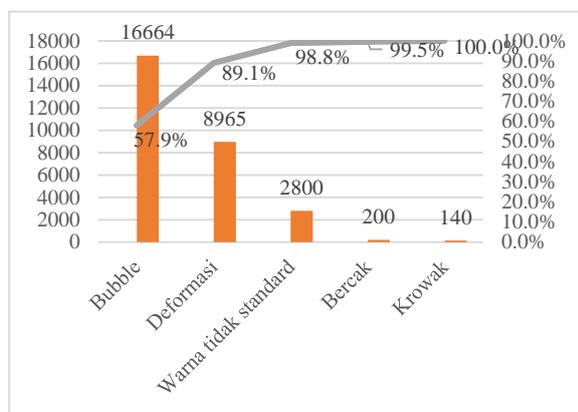
$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{\text{Total nilai RPN}}{\text{Jumlah RPN}} \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Define

Tahap *define* merupakan langkah pengerjaan pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Yang dilakukan adalah mendefinisikan permasalahan yang terjadi di perusahaan dalam lingkup proses produksi menggunakan diagram pareto, diagram *critical to quality*, dan diagram SIPOC.

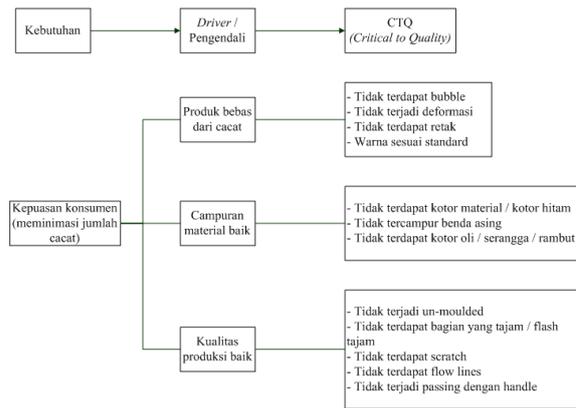
Diagram pareto digunakan untuk mencari jenis cacat dominan pada produk *head travel kit* yang ditunjukkan berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian dari yang paling sering terjadi hingga yang jarang terjadi.



Gambar 1. Diagram Pareto untuk Jenis Cacat pada Produk Head Travel Kit

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa dari beberapa jenis cacat yang terjadi, *bubble* adalah jenis cacat dengan frekuensi kejadian yang paling sering terjadi dibanding jenis cacat lainnya pada bulan September 2019. Sejumlah 16664 unit produk *head travel kit* tereliminasi akibat ditemukannya cacat jenis *bubble* dengan persentase cacat sebesar 57,9 %. Oleh sebab itu penelitian ini difokuskan untuk mengatasi tingginya cacat *bubble* atau gelembung pada produk *head travel kit*.

Diagram *critical to quality* (CTQ) menggambarkan mengenai karakteristik produk yang ditetapkan oleh *customer* baik internal maupun eksternal. Diagram CTQ ditunjukkan dengan sebuah diagram pohon yang menjelaskan mengenai karakteristik apa yang dibutuhkan agar perusahaan dikatakan menghasilkan produk yang berkualitas baik dan sesuai dengan keinginan *customer*. Diagram CTQ pada produk *head travel kit* ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram Critical to Quality (CTQ)

Berdasarkan gambar 2, dapat disimpulkan bahwa tidak adanya cacat *bubble* merupakan salah satu tolok ukur kepuasan konsumen dalam meminimasi jumlah cacat pada produk *head travel kit*. Namun, dalam aktivitas produksinya masih sering terjadi masalah kecacatan produk baik cacat jenis *bubble* maupun cacat lainnya. Sehingga tim *Quality Control* menetapkan *amber defect* atau cacat yang diijinkan pada hasil proses produksi *head travel kit* yang ditunjukkan pada tabel 1.

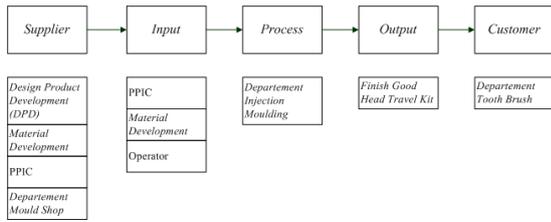
Tabel 1 : Amber Defect pada Produk Head Travel Kit

No	Amber Defect
1	Cacat <i>bubble</i> tidak melebihi batas <i>ejector</i>
2	Kotor material / kotor hitam < 2 mm
3	Kotor debu / <i>vet</i> yang dapat dibersihkan
4	Warna tidak standard maksimal terlihat dari jarak 30 cm
5	<i>Flow lines</i> maksimal terlihat pada jarak 30 cm
6	<i>Scratch</i> dengan panjang 1 – 5 mm

Sumber : *Quality Control Departemen Injection Moulding*, PT. Berlina Tbk

Berdasarkan tabel 1, dapat dikatakan bahwa produk *head travel kit* yang dihasilkan selama aktivitas produksi masih belum memenuhi kebutuhan *customer* termasuk cacat *bubble*. Oleh sebab itu penelitian ini difokuskan untuk meminimasi jumlah cacat *bubble* meskipun dalam cacat yang diijinkan (*amber defect*).

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*) menggambarkan mengenai aliran proses produksi yang terdapat pada produk *head travel kit*. Diagram ini digunakan untuk mengetahui semua proses yang terjadi, mulai dari pihak pengadaan material sampai pada pihak *customer*. Diagram SIPOC pada proses produksi *head travel kit* dapat dilihat pada gambar 3.

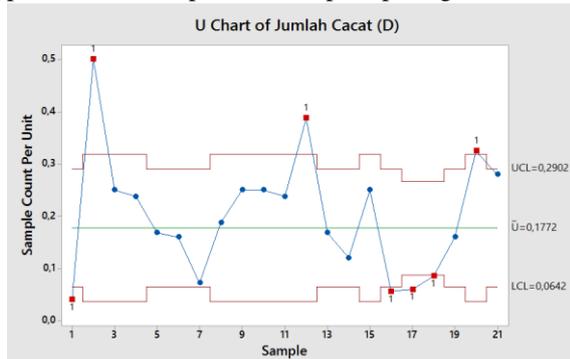


Gambar 3 Diagram SIPOC Proses Produksi Head Travel Kit

3.2. Measure

Measure merupakan tahap kedua setelah berhasil mendefinisikan permasalahan pada tahap *define*. Tahap *measure* berfokus pada pemahaman kinerja proses yang dipilih untuk diperbaiki, serta pengumpulan data yang diperlukan untuk dianalisis menggunakan peta kendali U dan *Defect per Million Opportunity* (DPMO).

Peta kendali u digunakan untuk memastikan jumlah produk *head travel kit* pada departemen *injection moulding* telah terkendali secara statistik atau sebaliknya. Dalam pembuatan peta kendali u, data yang digunakan adalah data hasil observasi pengambilan sampel produk *head travel kit* di departemen *injection moulding*. Pembuatan peta kendali u dibantu dengan *software* Minitab. Grafik peta kendali u dapat dilihat seperti pada gambar 4.



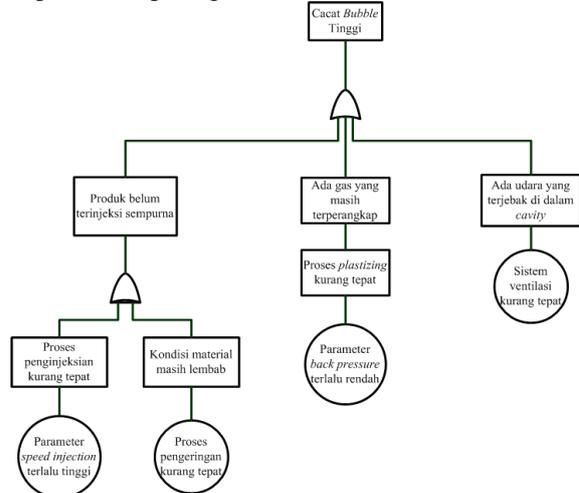
Gambar 4 Grafik Peta Kendali U

Untuk memperoleh nilai DPMO, penulis menghitung terlebih dahulu jumlah *defect* per unit (DPU) berdasarkan persamaan 4, 5, dan 6. Dalam perhitungan DPMO diperoleh 88602, yang artinya terdapat 88602 peluang cacat per satu juta peluang dalam produksi. Kemudian dikonversikan ke tabel tingkatan nilai. Pada tabel konversi, nilai DPMO sebesar 88602 berkisar diantara nilai DPMO 88508 dan 90123, artinya nilai sigmanya berkisar diantara 2.85 sampai 2.84.

3.3. Analisis

Analysis merupakan tahap ketiga setelah dilakukan pengukuran terkait pemahaman kinerja proses yang dipilih untuk diperbaiki pada tahap *measure*. Tahap *analysis* berfokus pada mengidentifikasi kemungkinan yang menjadi akar masalah menggunakan *fault tree analysis* (FTA), menentukan prioritas akar masalah menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA), serta penyusunan rencana tindakan perbaikan.

Dalam pembuatan FTA dilakukan *brainstorming* dengan pihak *Expert Judgement* yang telah memenuhi persyaratan pada lampiran. Diagram FTA untuk jenis cacat *bubble* pada produk *head travel kit* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram FTA dari cacat Bubble Produk Head Travel Kit

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur yang mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Berdasarkan FTA yang telah dibuat sebelumnya, diketahui penyebab akar permasalahan dari banyaknya cacat *bubble*. Selanjutnya dibuat tabel *failure mode and effect analysis* (FMEA) oleh *Expert Judgement* seperti pada tabel 2.

Tabel 2 : Tabel FMEA

Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Akibat Kegagalan
Proses penginjeksian kurang tepat	Parameter speed injection terlalu tinggi	Produk belum terinjeksi sempurna
Kondisi material masih lembab	Proses pengeringan kurang tepat	Produk belum terinjeksi sempurna
Proses plastizing kurang tepat	Parameter back pressure terlalu rendah	Terdapat gas yang masih terperangkap
Penginjeksian kurang tepat	Sistem ventilasi kurang tepat	Udara terjebak di dalam cavity

Berikut analisis prioritas kegagalan yang didapat berdasarkan nilai rata-rata penilaian dari kelima *expert judgement*. Adapun analisis prioritas kegagalan dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 : Analisis Prioritas Kegagalan

Penyebab Kegagalan	Severity	Occurance	Detection	S.O.D
Parameter speed injection terlalu tinggi	6	6	9	341
Proses pengeringan kurang tepat	8	7	9	468
Parameter back pressure terlalu rendah	6	5	8	223
Sistem ventilasi kurang tepat	7	6	7	300
Total				1332

Adapun perbaikan yang dilakukan berdasarkan penyebab kesalahan yang telah dianalisis menggunakan FTA dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 : Tabel Rencana Tindakan Perbaikan

Preyebit Kegagalan	Severity	Occurance	Detection	S.O.D	Rencana Tindakan Perbaikan	Hasil yang Diharapkan
Parameter speed injection terlalu tinggi	6	6	9	341	Memeriksa nilai parameter speed injection (mm/s)	Produk tembakis sempurna
Proses pengeringan kurang tepat	8	7	9	468	Memperpanjang nilai holding time (s)	Material remakid secara sempurna
Parameter back pressure terlalu rendah	6	5	8	223	Menambah nilai parameter back pressure	Tidak terdapat gas yang terperangkap
Sistem ventilasi kurang tepat	7	6	7	300	Melakukan pembersihan area venting Mengubah sistem ventilasi pada nozzle	Tidak terdapat gas yang terperangkap

3.4. Improve

Pada tahap *improve* dilakukan implementasi dari hasil rencana tindakan perbaikan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Adapun rencana tindakan perbaikan yang diimplementasikan hanyalah terhadap prioritas akar permasalahan dengan nilai prioritas kegagalan diatas nilai kritis RPN yaitu memperpanjang nilai *holding time* dan memvariasikan parameter *speed injection*. Sehingga nantinya dengan *holding time* yang tepat dapat menjadikan material memadat secara sempurna dan juga produk dapat terinjeksi sempurna sehingga jumlah cacat *bubble* yang terjadi menjadi tereduksi.

3.5. Control

Pada tahap ini merupakan usaha peningkatan atau pengawasan terhadap tindakan perbaikan yang telah dilakukan oleh peneliti yang dibantu oleh perusahaan berdasarkan rencana tindakan perbaikan. Perbaikan tersebut adalah memperpanjang nilai *holding time* dan memvariasikan nilai parameter *speed injection* hingga mendapatkan parameter yang tepat, karena pada parameter yang telah ditetapkan oleh perusahaan masih banyak menghasilkan produk *head travel kit* dengan jenis cacat yang sama yaitu *bubble*. Dari hasil tindakan perbaikan yang telah dilakukan pada produksi *head travel kit*, didapatkan 18 produk cacat dari total produk saat dilakukan penelitian yaitu sejumlah 180. Sehingga diperoleh persentase cacat produk 10%. Jika dilakukan perbandingan berdasarkan hasil *tracing* data historis perusahaan dengan sebanyak 45 kali *shoot* didapatkan 46 produk cacat dari total produk berjumlah 180, dan diperoleh persentase cacat produk 26%. Sehingga dalam hal ini persentase cacat produk sebelum dan setelah dilakukan perbaikan signifikan terjadi penurunan. . Dalam perhitungan DPMO diperoleh nilai DPMO sebesar 50000. Berdasarkan tabel konversi, nilai DPMO tersebut berkisar antara nilai DPMO 49471 dan 50503, yang artinya nilai sigmanya berkisar antara 3.15 sampai 3.14. Dari perhitungan sigma didapatkan nilai 3,145 sigma yang berarti lebih besar dan lebih baik dari nilai sebelumnya yaitu 2,849 sigma. Menurut Gasperz (2002), “semakin tinggi target sigma yang dicapai, semakin baik kinerja proses industri”.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis FTA, faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat jenis *bubble*

diantaranya : parameter *speed injection* yang terlalu tinggi, proses pengeringan yang kurang tepat, parameter *back pressure* yang terlalu rendah, serta sistem ventilasi yang kurang tepat

2. Upaya perbaikan yang dapat mengurangi tingkat terjadinya cacat *bubble* atau gelembung pada proses produksi *head travel kit* adalah dengan menerapkan metode *six sigma DMAIC*. Dimana pada tahap *define* didapatkan permasalahan untuk mengurangi produk *head travel kit* yang sering mengalami cacat jenis *bubble*. Hal ini juga didukung dengan menggunakan *critical to quality* yang didapat berdasarkan keinginan *customer*. Pada tahap *measure* dibuktikan menggunakan peta kendali u yang menunjukkan bahwa terdapat 7 pengamatan dari 21 pengamatan yang dilaukan berada di luar batas kendali. Setelah itu pada tahap *analysis* dilakukan penentuan akar permasalahan menggunakan FTA. Berdasarkan akar permasalahan yang telah diperoleh, dilakukan rencana tindakan perbaikan pada tahap *improve*. Dan tahap terakhir adalah tahap *control* untuk melakukan pengawasan terhadap tindakan perbaikan yang telah dilakukan oleh peneliti berdasarkan rencana tindakan perbaikan. Adapun rencana tindakan perbaikannya adalah memvariasikan nilai parameter *speed injection*, memperpanjang nilai *holding time*, menambah nilai parameter *back pressure*, dan melakukan pembersihan *area venting*. Sedangkan tindakan perbaikan yang telah dilakukan adalah memvariasikan nilai parameter *speed injection* dengan rentang 15 mm/s hingga 25 mm/s dan memperpanjang nilai *holding time* menjadi 6 detik. Adapun pada tahap *control* terjadi penurunan persentase cacat sebelum dan setelah dilakukan perbaikan yaitu dari 26% menjadi 10% dan juga didapatkan nilai 3,145 sigma yang berarti lebih besar dan lebih baik dari nilai sebelumnya yaitu 2,849 sigma.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada orang tua penulis (alm. Bapak M.Asari dan Ibu Ainurmala), adik penulis (Rafli Maulana Alamsyah), dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, nasihat, saran, serta mencukupi segala kebutuhan penulis. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., F.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Bapak Pranowo Sidi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur. Ibu Rina Sandora, S. T., M.T. dan Bapak Farizi Rachman, S.S.i., M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang berkenan memberikan bimbingan, saran, dan pengetahuan baru. Bapak Idcho Muchson, Bapak Budi Utomo, Bapak Nur Afifin, Bapak Didit Kustono, Bapak

Wahyu Wijayanto, dan Bapak Hadi Tjahyo, selaku pembimbing di perusahaan yang telah memberikan informasi, data, dan bantuan untuk penyusunan Tugas Akhir. Tim dosen penguji yang telah menguji dan memberi masukan bermanfaat dalam penuntasan Tugas Akhir yang baik. Seluruh Dosen dan Staff Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung pada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.

6. PUSTAKA

- [1] Fakhri, F.A. (2010). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi di PT Masscom Graphy dalam Upaya Mengendalikan Tingkat Kerusakan Produk Menggunakan Alat Bantu Statistik. **Skripsi**, Universitas Diponegoro. 2010.
- [2] Ulinnuha, F. (2019). Penerapan Six Sigma untuk Pengendalian Kualitas Produksi di Industri Packaging. **Tugas Akhir**, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [3] Wahyuningtyas, A.T., Mustafid, Prahutama. A. (2016). Implementasi Metode Six Sigma Menggunakan Grafik Pengendali EWMA Sebagai Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kain Grei. **Jurnal Gaussian**, Universitas Diponegoro. Vol.5 No.1.
- [4] Anjayani, I. D. (2011). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma pada CV. Duta Java Tea Industri Adiwerna - Tegal. **Skripsi**, Universitas Negeri Semarang. 2011.
- [5] Muhaemin, A. (2012). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma pada Harian Tribun Timur. **Skripsi** Universitas Hasanuddin.
- [6] Aized, T. (2012). **Total Quality Management and Six Sigma**. InTech, Croatia.
- [7] Syukron, A dan Kholil, M. (2013). **Six Sigma Quality for Business Improvement**. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2013.
- [8] Haryono, F. (2016). Analisis Penyebab Kecacatan Produk Protektor Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis (Studi Kasus CV. Karya Sekawan). **Skripsi**, Univeritas Widyatama, 2016.
- [9] Rossihanida, N.R. (2018). Analisa Pengendalian Kualitas Proses Produksi Botol pada Departemen Blow Moulding di Industri Packaging. **Tugas Akhir**, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.