

Implementasi Metode *Six Sigma* DMAIC untuk Mengurangi *Paint Bucket* Cacat di PT X

Hanky Fransiscus^{1*}, Cynthia Prithadevi Juwono², Isabelle Sarah Astari³

^{1,2,3}) Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri,

Universitas Katolik Parahyangan

Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141

hanky.fransiscus@unpar.ac.id; juwonocp@unpar.ac.id

Abstrak

PT X merupakan perusahaan yang memproduksi *paint bucket* (ember cat) yang terdiri dari tiga jenis *paint bucket*, yaitu *bucket* polos, *lid* (tutup *bucket*) dan *bucket* berlabel. Persentase *bucket* polos cacat sebesar 1,95%, persentase *lid* cacat sebesar 0,65% dan persentase *bucket* berlabel cacat sebesar 6,28%. Peningkatan kualitas *paint bucket* dilakukan dengan menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC. Pada tahap D (*Define*) dilakukan pembuatan deskripsi proses produksi, pembuatan diagram SIPOC dan penentuan *critical to quality* (CTQ). CTQ untuk *bucket* polos dan *lid* diperoleh sebanyak dua buah, sedangkan CTQ untuk *bucket* berlabel sebanyak delapan buah. Pada tahap M (*Measure*) dilakukan pengukuran performansi sebelum perbaikan berupa rata-rata DPMO. Rata-rata DPMO *bucket* polos, *lid* dan *bucket* berlabel berturut-turut sebesar 7.591,88, 3.420,77 dan 8.109,44. Pada tahap A (*Analyze*) dilakukan penentuan prioritas perbaikan CTQ dengan membuat diagram Pareto dan mencari penyebab terjadinya cacat pada *bucket* polos, *lid* dan *bucket* berlabel. Berdasarkan diagram Pareto, penelitian fokus memperbaiki 1 jenis cacat pada *bucket* polos dan *lid*, yaitu cacat susut dan 5 cacat pada *bucket* berlabel, yaitu perbedaan tinggi pada pertemuan *foil*, *foil* terkelupas, *foil* hanya menempel sebagian, penempelan tidak menghasilkan pertemuan *foil* dan bintik putih. Setelah diketahui penyebab terjadinya jenis cacat, dilakukan tahap I (*Improve*). Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah penggunaan *infrared thermometer*, pembuatan alat bantu, penggunaan *microfiber gloves*, pembersihan jalur keluar *bucket* polos, dan lain-lain. Setelah dilakukan perbaikan, dilakukan tahap C (*Control*). Tindakan perbaikan mengakibatkan terjadinya penurunan nilai rata-rata DPMO pada *bucket* polos, *lid* dan *bucket* berlabel, yaitu berturut-turut sebesar 2.621,54, 1.169, dan 713,69.

Kata Kunci: DMAIC, *Paint Bucket*, Perbaikan Kualitas, *Six Sigma*

1 Pendahuluan

Perindustrian yang semakin maju membuat persaingan antar perusahaan semakin ketat. Perusahaan berlomba-lomba memberi performansi terbaiknya untuk menarik minat konsumen untuk membeli. Salah satu bentuk performansi yang baik adalah kualitas produk yang baik. Pada umumnya konsumen akan berasumsi semakin tinggi harga suatu produk, maka kualitas produk tersebut semakin baik. Akan tetapi bila ternyata produk yang dibeli

memiliki kualitas yang buruk, maka konsumen akan kecewa dan ada kemungkinan untuk tidak melakukan pembelian kembali pada produk yang sama. Dengan demikian perusahaan perlu melakukan perbaikan kualitas secara berkelanjutan.

PT X merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi *paint bucket* (ember cat) di Jawa Barat. PT X memproduksi dua ukuran *paint bucket* yaitu 2,5 liter dan 4 liter. Sistem produksi PT X adalah *make to order*, yaitu aktivitas produksi dilakukan apabila mendapat pemesanan. Saat ini PT X menerima pesanan dari konsumen tetap. PT X tidak memiliki produk

*Korespondensi Penulis

dengan merek sendiri, sehingga aktivitas produksinya hanya tergantung dari pesanan dari konsumen. Dengan demikian PT X perlu memperbaiki kualitasnya agar menjaga loyalitas konsumennya.

Proses produksi pembuatan *paint bucket* melalui 3 proses, yaitu *mixing*, *injection* dan penempelan *foil*. Pada lantai produksi PT X dilakukan pemeriksaan kualitas sebanyak 2 kali, yaitu setelah dilakukan proses *injection* dan setelah dilakukan penempelan *foil*. Sedangkan pada proses produksi pembuatan *lid* melalui 2 proses, yaitu *mixing* dan *injection*. Pemeriksaan kualitas *lid* dilakukan setelah proses *injection*. Berdasarkan pemeriksaan kualitas yang telah dilakukan, *paint bucket* yang diproduksi memiliki beberapa jenis cacat. Pada proses *injection bucket* dan *lid*, jenis cacat yang terjadi antara lain adalah permukaan yang tidak rata dan susut. Sedangkan pada proses penempelan *foil*, jenis cacat yang terjadi adalah terdapatnya bintik putih, *foil* yang hanya menempel sebagian, perbedaan tinggi pada permukaan *foil*, *foil* tidak menempel, ruang atas dan bawah yang tidak sama besar, warna tidak merata, goresan, serta tidak bertemunya ujung awal dan akhir *foil*. Jenis-jenis cacat inilah yang mengakibatkan terjadinya produk cacat. Banyaknya produk cacat yang terjadi pada *paint bucket* dan *lid* dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1: Banyaknya produk cacat pada *paint bucket*

Bulan	Jumlah Produk yang Dihilangkan		Jumlah Produk Cacat		Persentase Produk Cacat	
	<i>Injection</i>	Penempelan <i>foil</i>	<i>Injection</i>	Penempelan <i>foil</i>	<i>Injection</i>	Penempelan <i>foil</i>
Juli	94777	107690	404	9914	0.43%	9.21%
Agustus	12588	6060	308	65	2.45%	1.07%
September	32019	30779	4463	1023	13.94%	3.32%
Oktober	104584	114459	1352	8857	1.29%	7.74%
November	98292	104222	1666	6890	1.69%	6.61%
Desember	108639	113021	838	6513	0.77%	5.76%
Rata-rata persentase produk cacat					3.43%	5.62%

Tabel 2: Banyaknya produk cacat pada *lid*

Bulan	Jumlah Produk yang Dihilangkan	Jumlah Produk Cacat	Persentase Produk Cacat
Juli	94847	0	0.00%
Agustus	15566	15	0.10%
September	19337	296	1.53%
Oktober	110884	580	0.52%
November	114277	579	0.51%
Desember	87094	307	0.35%
Rata-rata persentase produk cacat			0.50%

Banyaknya produk cacat yang terjadi dapat meningkatkan biaya dan waktu produksi yang lebih besar. Hal ini dapat merugikan perusahaan dari segi sumber daya, waktu dan tentunya biaya. Produk cacat yang lolos inspeksi dan diterima konsumen dapat mengakibatkan turunnya kepercayaan konsumen. Dengan

demikian perlu dilakukan perbaikan kualitas agar dapat meminimasi produk cacat.

Produk cacat dapat dikurangi apabila perusahaan mampu mengurangi jumlah cacat yang terjadi pada produk. Dengan menurunnya jumlah cacat diharapkan jumlah produk cacat juga menurun. Dengan demikian dapat digunakan metode *Six Sigma* DMAIC yang bertujuan meminimasi cacat dan memaksimalkan nilai tambah dari suatu produk (Gygi et al, 2005). Selain itu *Six Sigma* juga dinilai dapat mengurangi variasi proses sekaligus cacat pada produk atau jasa yang berada di luar spesifikasi dengan menggunakan metode statistika dan *problem solving tools* secara intensif (Yuri dan Nurcahyo, 2013). Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat kualitas produk *paint bucket* saat ini dengan mengukur DPMO dan *sigma quality level*, mengidentifikasi penyebab terjadinya cacat, menentukan tindakan perbaikan untuk mengatasi penyebab cacat dan mengukur tingkat kualitas produk setelah perbaikan. Beberapa pembatasan masalah yaitu perbaikan kualitas hanya dilakukan untuk *paint bucket* berukuran 4 liter yang terdiri dari *bucket* polos, *bucket* berlabel dan *lid*, biaya untuk menerapkan perbaikan dari penelitian ini tidak diperhitungkan dan penelitian yang dilakukan hanya satu siklus DMAIC.

2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Six Sigma* DMAIC. *Six Sigma* merupakan suatu metode pengendalian dan peningkatan kualitas yang diterapkan oleh Motorola sejak tahun 1986. *Six Sigma* merupakan suatu bentuk peningkatan kualitas menuju target 3,4 *defect per million opportunities* (DPMO) untuk setiap produk baik barang atau pun jasa dalam upaya mengurangi jumlah cacat (Gaspersz, 2002).

Six Sigma juga dapat didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab cacat, mengurangi waktu siklus dan biaya produksi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan, mencapai utilitas mesin yang optimal, serta mendapatkan hasil yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan (Evans, 2005). Metode ini disusun dengan DMAIC yang merupakan singkatan dari *define, measure, analyze, improve dan control*.

Tahap *define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* (Gaspersz, 2002). Tahap ini dilakukan untuk menentukan hal-hal kritis yang diper-

hatikan oleh konsumen. Pada tahap ini dilakukan pendeskripsian proses produksi, pembuatan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) dan penentuan CTQ (*Critical to Quality*).

Tahap *measure* merupakan langkah operasional kedua yang bertujuan mengevaluasi dan memahami kondisi proses saat ini di PT X. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data sebelum dilakukan perbaikan, pembuatan peta kendali p dan u untuk mengetahui apakah proses terkendali baik dari sisi proporsi produk cacat, maupun banyaknya cacat, dan perhitungan DPMO dan *sigma quality level*.

Tahap ketiga adalah *analyze*, yaitu tahap dilakukannya penentuan sebab akibat dari suatu permasalahan dan memahami adanya berbagai sumber variasi dari data yang didapatkan pada tahap *measure* (Montgomery dan Woodall, 2008). Pada tahap *analyze* dilakukan pembuatan diagram Pareto untuk mengetahui prioritas cacat yang diperbaiki. Selain itu juga dibuat diagram tulang ikan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari suatu permasalahan, dan tabel FMEA untuk mengetahui penyebab-penyebab cacat apa saja yang diprioritaskan untuk diatasi.

Langkah operasional keempat adalah *improve*. Pada tahap ini dirancang usulan-usulan perbaikan untuk mengurangi cacat yang terjadi. Pada tahap ini pula dilakukan implementasi usulan-usulan yang telah dirancang.

Langkah operasional kelima dan yang terakhir adalah *control*. Tahap ini dilakukan untuk membuat rencana pengendalian proses dan prosedur-prosedur agar perbaikan dapat terus terlaksana (Montgomery dan Woodall, 2008). Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data setelah perbaikan, pembuatan peta kendali p dan u setelah perbaikan, menghitung DPMO dan *sigma quality level* dan membandingkan tingkat kualitas sebelum dan setelah perbaikan dengan melakukan uji hipotesis.

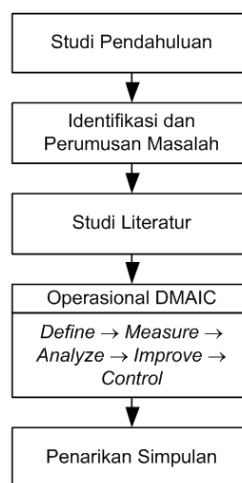
Setelah dilakukannya langkah operasional kelima, dapat ditarik kesimpulan apakah perbaikan yang dilakukan dapat menurunkan jenis cacat dan produk cacat pada PT X. Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Define

Tahap pertama yang dilakukan dalam DMAIC adalah *define*. Pada tahap ini dilakukan beberapa hal, yaitu:

1. Mendeskripsikan proses produksi *paint bucket* ukuran 4 liter.
2. Pembuatan diagram SIPOC untuk mendefinisikan proses yang terlibat, urutan proses dan interaksi antar proses, serta komponen-komponen yang terlibat dalam setiap proses.
3. Penentuan CTQ atau karakteristik kualitas dari *paint bucket* yang terdiri dari *bucket* polos, *bucket* berlabel dan *lid*.



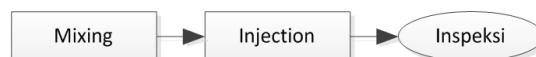
Gambar 1: Metodologi Penelitian

Proses produksi untuk *paint bucket* berlabel terdiri dari 4 proses sedangkan *lid* terdiri dari 2 proses. Tahapan proses produksi *paint bucket* berlabel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Tahapan proses produksi *paint bucket* berlabel

Proses produksi *paint bucket* polos memiliki tahapan proses produksi yang sama dengan 3 proses pertama proses produksi *paint bucket* berlabel. Perbedaannya dengan *paint bucket* berlabel adalah tidak terdapatnya proses penempelan *foil*. Sedangkan tahapan proses produksi *lid* atau tutup ember cat dapat dilihat pada Gambar 3.



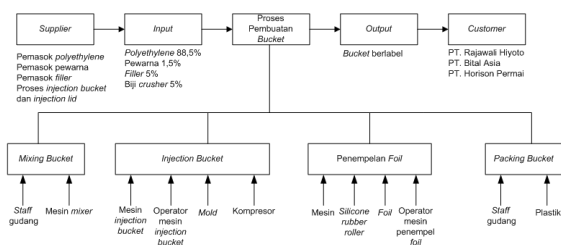
Gambar 3: Tahapan proses produksi *lid*

Proses *mixing* adalah proses pencampuran biji *polyethylene* dengan beberapa bahan lainnya dengan komposisi ditentukan. Komposisi yang digunakan untuk membuat *bucket* adalah *polyethylene* sebesar 88,5%, pewarna 1,5% dan biji *crusher* 5%. Sedangkan komposisi yang digunakan untuk membuat *lid* adalah *polyethylene* 98,5% dan pewarna 1,5%.

Proses *injection* adalah proses pembentukan campuran biji *polyethylene* yang sudah dilelehkan menjadi sebuah *bucket* atau *lid*. Proses produksi *bucket* dan *lid* dilakukan pada mesin *injection* yang berbeda. Parameter yang berpengaruh dalam proses *injection* adalah kecepatan mesin dalam menutup atau membuka *mold*, waktu pengisian cairan campuran material ke dalam *mold*, waktu pendinginan, dan waktu pelepasan *bucket* atau *lid* dari *mold*. Setelah dilakukan proses *injection* dilakukan pemeriksaan apakah produk yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi.

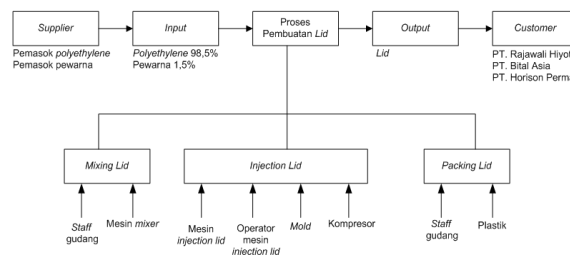
Proses penempelan *foil* merupakan tahapan terakhir dalam proses produksi *paint bucket* berlabel. Pada proses ini, *foil* akan ditempelkan dengan menggunakan suhu $\pm 300^{\circ}\text{C}$ dan dengan tekanan dari *silicon rubber roller*. *Bucket* berlabel kemudian akan diperiksa apakah telah memenuhi spesifikasi. *Bucket* berlabel yang telah lolos inspeksi kemudian akan di-*packing*, sedangkan *bucket* berlabel yang tidak lolos inspeksi akan dibersihkan untuk menghilangkan *foil* dan dilakukan proses penempelan *foil* kembali.

Langkah selanjutnya adalah membuat diagram SIPOC untuk mengetahui proses yang terlibat, urutan proses dan interaksi antar proses, serta hal-hal apa saja yang terlibat dalam proses (Gaspersz, 2002). Diagram SIPOC proses produksi *bucket* dan *lid* dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4: Diagram SIPOC proses produksi *bucket*

Setiap produk mempunyai beberapa elemen yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan hal-hal yang dianggap penting oleh konsumen.



Gambar 5: Diagram SIPOC proses produksi *lid*

Elemen-elemen dari produk inilah yang disebut sebagai karakteristik kualitas atau CTQ. *Bucket* polos dan *lid* memiliki CTQ yang sama yaitu berfokus pada hasil *mixing* dan *injection*, sedangkan *bucket* berlabel memiliki CTQ yang mengacu pada kualitas hasil penempelan *foil*. CTQ pada *bucket* polos, *lid* dan *bucket* berlabel dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3: CTQ *bucket* polos dan *lid*

No	CTQ	Keterangan
1	Kesempurnaan bentuk	<i>Bucket</i> polos dan <i>lid</i> yang dihasilkan memiliki bentuk fisik yang utuh (tercetak sempurna)
2	Kehalusan permukaan	Permukaan <i>bucket</i> polos dan <i>lid</i> yang dihasilkan bersifat halus dan rata

Setiap CTQ memiliki jenis cacat yang berbeda-beda. Hubungan jenis cacat dengan setiap CTQ dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

3.2 Measure

Tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur performansi proses sebelum dilakukan perbaikan. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan peta kendali p dan u.
2. Perhitungan DPMO dan *sigma quality level*.

Dalam mengevaluasi dan memahami kondisi proses produksi yang terdapat di PT X, peta kendali yang digunakan adalah peta kendali p dan peta kendali u. Peta kendali p digunakan untuk mengetahui proporsi produk cacat (*defective*), sedangkan peta kendali u digunakan untuk mengetahui jumlah cacat (*defect*) per unit produk yang dihasilkan. Pada perancangan peta kendali, ukuran sample yang digunakan bervariasi. Pengumpulan data dilakukan dengan cara 100% *inspection* pada setiap produk yang dihasilkan dari mesin-mesin yang ada.

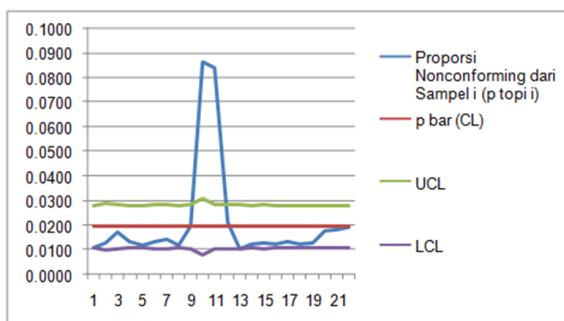
Tabel 4: CTQ *bucket* berlabel

No	CTQ	Keterangan
1	Kesesuaian tinggi pada pertemuan <i>foil</i>	Pertemuan <i>foil</i> dari kedua sisi memiliki ketinggian yang sama
2	Kesempurnaan hasil penempelan <i>foil</i>	<i>Foil</i> harus menempel pada <i>bucket</i> dan tidak terkelupas
3	Kebersihan	Hasil penempelan <i>foil</i> pada <i>bucket</i> bersih dari bintik-bintik putih
4	Ketepatan posisi <i>foil</i>	<i>Foil</i> ditempel tepat pada bagian tengah dari <i>bucket</i> sehingga jarak antara bagian atas dan bawah yang tidak ditempel dengan <i>foil</i> sama besar
5	Kerataan warna	<i>Foil</i> yang ditempel memiliki warna yang merata antara satu area dengan area yang lainnya
6	Kehalusan permukaan	Tidak terdapat goresan pada <i>bucket</i> yang sudah ditempel dengan <i>foil</i>
7	Penempelan menghasilkan pertemuan <i>foil</i> dari kedua sisi	Pertemuan <i>foil</i> dari kedua sisi harus saling berhimpit
8	Ketuntasan penempelan <i>foil</i>	<i>Foil</i> harus ditempel mengelilingi <i>bucket</i> sampai tuntas

Tabel 5: Hubungan antara CTQ dan jenis cacat *bucket* polos dan *lid*

No	CTQ	Jenis Cacat
1	Kesempurnaan bentuk	Cacat susut
2	Kehalusan permukaan	Cacat permukaan tidak rata

Terdapat 3 buah peta kendali p dan u, yaitu untuk produk *bucket* polos, *lid*, dan *bucket* berlabel. Peta kendali p *bucket* polos dapat dilihat pada Gambar 6.



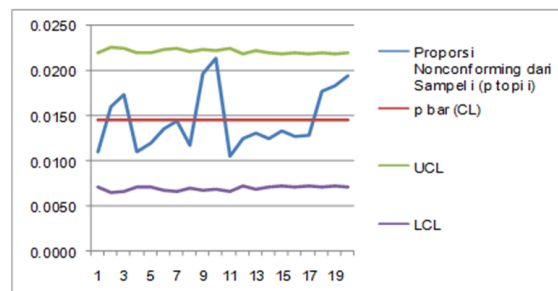
Gambar 6: Peta kendali p untuk *bucket* polos

Pada Gambar 6 dapat dilihat terdapat dua buah titik (hari ke-10 dan 11) yang lebih besar dari UCL. Pada hari kedua dilakukan penghentian proses dan dilakukan pemeriksaan. Setelah ditemukan penyebabnya, ternyata pada hari kesepuluh *out of control* terjadi karena terdapat besi yang tercampur ke dalam campuran mate-

Tabel 6: Hubungan antara CTQ dan jenis cacat *bucket* berlabel

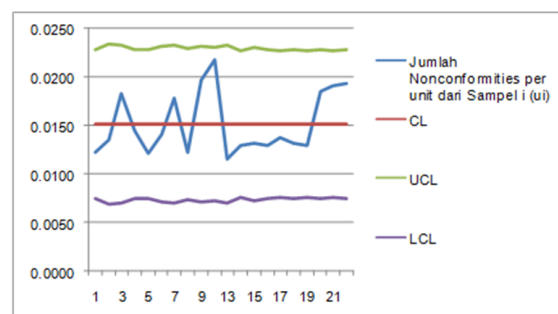
No	CTQ	Jenis Cacat
1	Kesesuaian tinggi pada pertemuan <i>foil</i>	Cacat perbedaan tinggi pada pertemuan <i>foil</i>
2	Kesempurnaan hasil penempelan <i>foil</i>	Cacat <i>foil</i> tidak menempel
3	Kebersihan	Cacat bintik putih
4	Ketepatan posisi <i>foil</i>	Cacat ruang atas dan bawah yang tidak sama besar
5	Kerataan warna	Cacat warna tidak merata
6	Kehalusan permukaan	Cacat goresan
7	Penempelan menghasilkan pertemuan <i>foil</i> dari kedua sisi	Cacat pertemuan <i>foil</i>
8	Ketuntasan penempelan <i>foil</i>	Cacat <i>foil</i> menempel sebagian

rial. Bahan baku kemudian diperiksa dan diberhentikan dari material-material lain. Pada hari kesebelas, masih *out of control*. Hal ini disebabkan karena pada hari kesepuluh dilakukan penghentian produksi. Pada hari kesebelas, pekerja tidak melakukan *setting* mesin sesuai ketentuan. Dengan demikian, dibuat kembali peta kendali p revisi yang dapat dilihat pada Gambar 7.



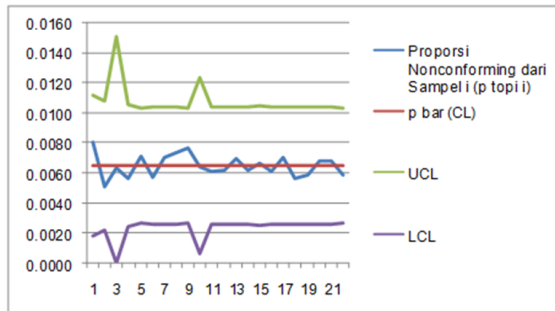
Gambar 7: Peta kendali p revisi untuk *bucket* polos

Setelah dilakukan pembuatan peta kendali p revisi, dibuat peta kendali u untuk *bucket* polos. Peta kendali u untuk *bucket* polos dapat dilihat pada Gambar 8.



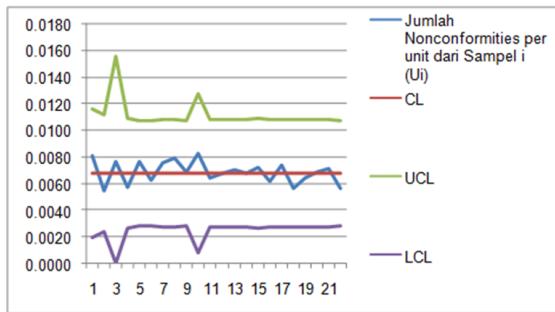
Gambar 8: Peta kendali u untuk *bucket* polos

Pengendalian proses produksi yang kedua adalah dengan membuat peta kendali untuk *lid*. Peta kendali p untuk *lid* dapat dilihat pada Gambar 9.



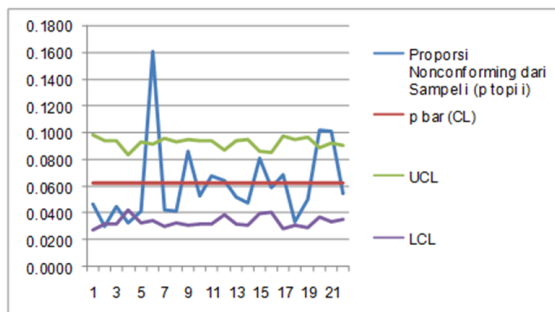
Gambar 9: Peta kendali p untuk *lid*

Setelah peta kendali p dibuat dan terkendali, langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah proses terkendali jika dilihat dari sisi banyaknya *defect*. Dengan demikian dibuatlah peta kendali u untuk *lid* seperti pada Gambar 10.



Gambar 10: Peta kendali u untuk *lid*

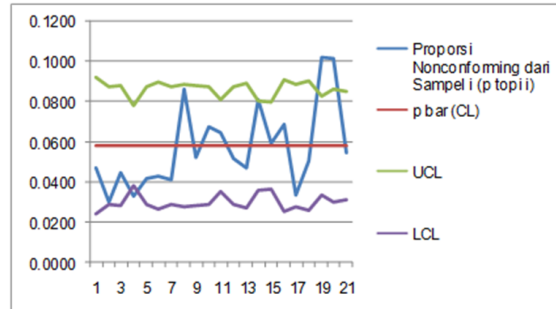
Pengendalian proses ketiga adalah proses pembuatan *bucket* berlabel. Peta kendali p untuk *bucket* berlabel dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11: Peta kendali p untuk *bucket* berlabel

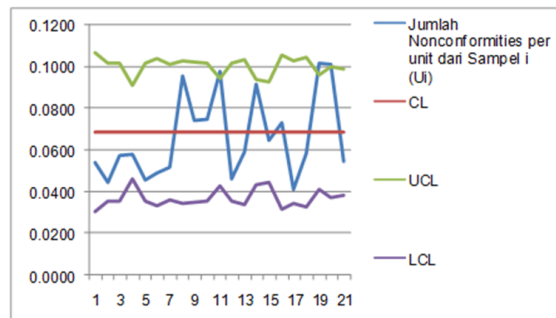
Berdasarkan Gambar 11, terdapat 5 titik *outlier* yang *out of control*. Pada hari ke-2 dan 4, terdapat 25 cacat pada 17 produk cacat. Pada hari tersebut operator yang bekerja selalu membersihkan

bucket polos dengan kain bersih sebelum ditempelkan dengan *foil*. Sedangkan pada hari ke-6, terdapat produk cacat yang melebihi UCL, hal ini disebabkan karena perusahaan mencoba menggunakan *foil* yang tipis. Pada hari ke-20 dan 21, terjadi kesalahan *setting* mesin. Pada hari ke-20, hal tersebut dibiarkan karena ketidakpedulian mandor dan pada akhir hari ke-21 dilakukan *setting* ulang. Setelah dilakukan perbaikan terhadap titik-titik yang *outliers*, dibuat kembali peta kendali p seperti pada Gambar 12.



Gambar 12: Peta kendali p untuk *bucket* berlabel yang telah direvisi

Berdasarkan Gambar 12, pada hari ke-20 dan 21 masih terdapat titik di atas UCL. Setelah ditelusuri kembali, hal ini disebabkan karena operator bekerja terburu-buru. Akan tetapi titik ini tidak dapat dihilangkan karena belum dilakukan tindakan apapun oleh perusahaan. Setelah peta kendali p diperoleh, dibuatlah peta kendali u untuk melihat pengendalian proses berdasarkan banyaknya cacat. Peta kendali u untuk *bucket* berlabel dapat dilihat pada Gambar 13. Pada peta kendali u diperoleh hal yang sama dengan peta kendali p revisi.



Gambar 13: Peta kendali u untuk *bucket* berlabel

Langkah selanjutnya dalam tahap *measure* adalah mengukur performansi proses dengan menghitung DPMO dan *sigma quality level*. Hasil perhitungan DPMO dan *sigma quality* dari produk *bucket* polos, *lid* dan *bucket* berlabel dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Rekapitulasi DPMO dan *sigma quality level*

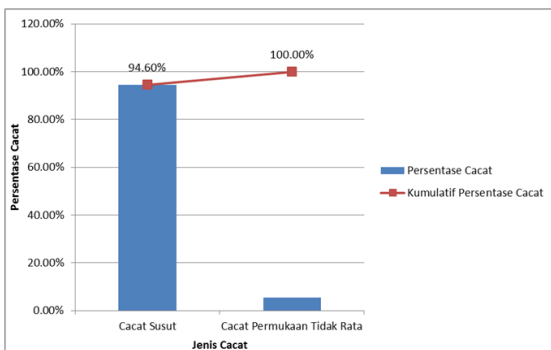
No	Nama Produk	Rata-rata DPMO	Rata-rata Sigma Quality Level	Persentase Rata-rata Jumlah Produk Cacat
1	Bucket polos	7591,88	3,93	1,95%
2	Lid	3420,77	4,21	0,65%
3	Bucket berlabel	8109,44	3,92	6,28%

3.3 Analyze

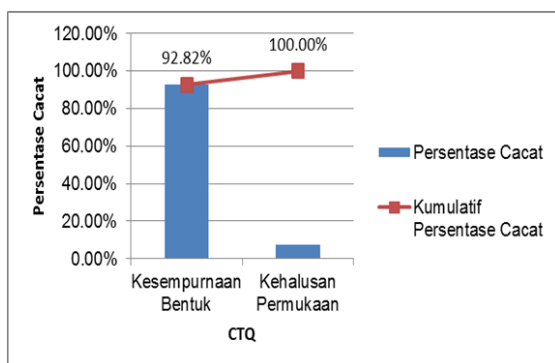
Analyze merupakan tahap operasional ketiga dalam peningkatan kualitas Six Sigma. Hal-hal yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan diagram Pareto
2. Pembuatan diagram tulang ikan
3. Pembuatan FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)

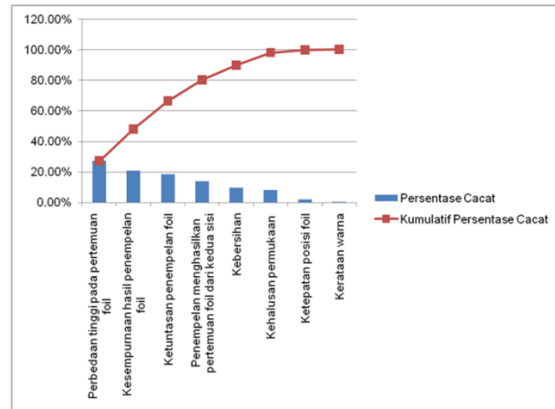
Diagram Pareto dirancang untuk mengetahui CTQ yang memiliki banyaknya cacat terbesar. Dengan demikian dapat dilakukan penentuan prioritas CTQ yang hendak diperbaiki. Diagram Pareto untuk *bucket polos*, *lid*, dan *bucket berlabel* dapat dilihat pada Gambar 14 s.d. 16.



Gambar 14: Diagram Pareto untuk *bucket polos*



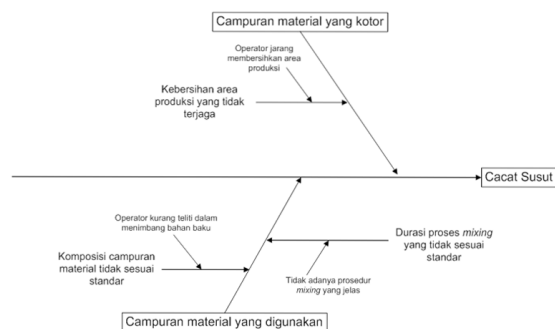
Gambar 15: Diagram Pareto untuk *lid*



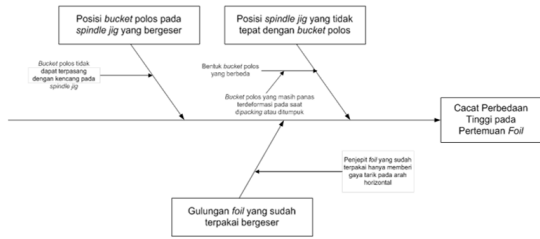
Gambar 16: Diagram Pareto untuk *bucket berlabel*

Berdasarkan Gambar 14, kesempurnaan bentuk memiliki pengaruh sebesar 94,6% dari keseluruhan cacat sehingga CTQ ini yang menjadi fokus utama dalam perbaikan produk *bucket polos*. Berdasarkan Gambar 15, kesempurnaan bentuk juga memiliki pengaruh terbesar, yaitu 92,8% dari keseluruhan cacat, sehingga CTQ ini yang menjadi fokus utama dalam perbaikan *lid*. Berdasarkan Gambar 16, kesesuaian tinggi pada pertemuan *foil*, kesempurnaan hasil penempelan *foil*, ketuntasan penempelan *foil*, penempelan menghasilkan pertemuan *foil* dari kedua sisi, dan kebersihan merupakan lima CTQ yang memiliki pengaruh sebesar 89,1% dari cacat keseluruhan, sehingga keempat cacat ini yang akan menjadi fokus perbaikan untuk produk *bucket berlabel*.

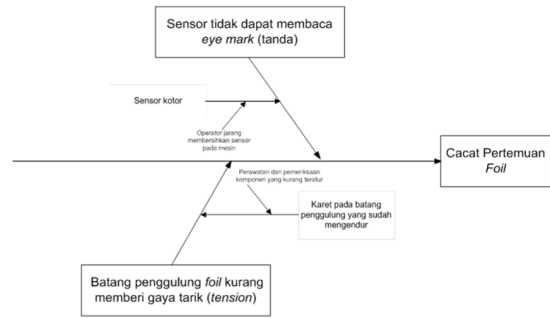
Setelah diketahui CTQ yang menjadi fokus perbaikan, dilakukan pencarian penyebab jenis cacat yang terjadi. Diagram tulang ikan untuk produk *bucket polos* dan *lid* dapat dilihat pada Gambar 17. Sedangkan diagram tulang ikan untuk produk *bucket berlabel* dapat dilihat pada Gambar 18 s.d. 22.



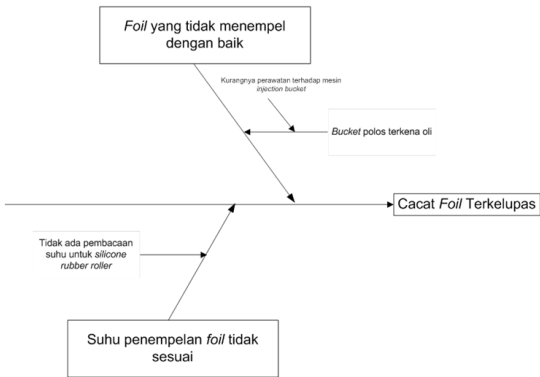
Gambar 17: Diagram tulang ikan untuk cacat susut pada produk *bucket polos* dan *lid*



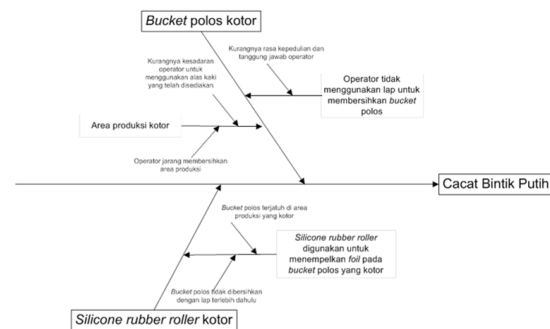
Gambar 18: Diagram tulang ikan untuk cacat perbedaan tinggi pada pertemuan foil



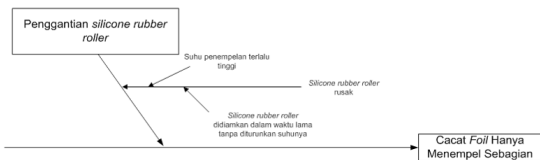
Gambar 21: Diagram tulang ikan untuk cacat pertemuan foil



Gambar 19: Diagram tulang ikan untuk cacat foil terkelupas



Gambar 22: Diagram tulang ikan untuk cacat bintik putih



Gambar 20: Diagram tulang ikan untuk cacat foil hanya menempel sebagian

Berdasarkan diagram tulang ikan pada Gambar 17 s.d. 22, telah diketahui penyebab atau akar masalah dari kegagalan potensial yang terjadi. Dengan pembuatan tabel FMEA, dapat pula ditentukan tindakan perbaikan yang sebaiknya dilakukan untuk memperbaiki akar masalah. Tabel FMEA yang sudah disederhanakan dan diurutkan berdasarkan RPN terbesar dapat dilihat pada Tabel 8. Pada Tabel 8 terdapat nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang merupakan perkalian dari *severity*, *occurrence* dan *detection*. Semakin besar nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* akan mengakibatkan nilai RPN semakin besar, yang berarti semakin penting penyebab tersebut untuk diatasi. Nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* diperoleh dari perusahaan karena perusahaanlah yang paling

memahami proses produksinya. Pada Tabel 8 juga terdapat tindakan yang direkomendasikan untuk mengatasi penyebab potensial dari kegagalan. Tindakan yang direkomendasikan ini diambil berdasarkan diagram tulang ikan yang menunjukkan sebab akibat dan SIPOC untuk mengetahui apa saja yang terlibat dalam proses terjadinya cacat.

3.4 Improve

Tahap keempat metodologi DMAIC adalah *Improve*. Pada tahap ini dilakukan perbaikan akar masalah yang telah ditemukan dan dijelaskan pada tahap *analyze*. Usulan perbaikan yang telah diusulkan dibahas secara lebih *detail* pada tahap keempat ini. Berikut adalah usulan yang diberikan untuk perbaikan *paint bucket* dan *lid*:

1. Penggunaan *infrared thermometer* untuk mengatasi cacat foil hanya menempel sebagian dan foil terkelupas pada bucket berlabel.
2. Pembuatan alat bantu untuk memberi gaya tekan ke bawah untuk mengatasi cacat perbedaan tinggi pada pertemuan foil pada bucket berlabel.

Tabel 8: Rekapitulasi RPN (Risk Priority Number)

No	Item	Penyebab Potensial dari Kegagalan	RPN	Tindakan yang Direkomendasikan
1	Bucket Berlabel	Tidak ada pembacaan suhu untuk <i>silicone rubber roller</i>	700	Menggunakan <i>infrared thermometer</i> untuk mengetahui suhu <i>silicone rubber roller</i>
2	Bucket Berlabel	Penjepit <i>foil</i> yang sudah terpakai hanya memberi gaya tarik pada arah horizontal	560	Membuat alat bantu yang dapat memberikan gaya tekan ke bawah
3	Bucket Berlabel	Bucket polos yang terdeformasi pada saat proses <i>packing</i>	560	Mendinginkan <i>bucket</i> polos selama 7 menit sebelum dikemas
4	Bucket Berlabel	Kurangnya rasa kepedulian dan tanggung jawab operator	560	Menggunakan <i>microfiber glove</i> untuk memudahkan operator
5	Bucket Berlabel	Suhu <i>silicone rubber roller</i> terlalu tinggi	490	Menggunakan <i>infrared thermometer</i> untuk mengetahui suhu <i>silicone rubber roller</i>
6	Bucket Berlabel	Kurangnya perawatan terhadap mesin <i>injection bucket</i>	420	Membersihkan jalur keluar <i>bucket</i> polos pada mesin <i>injection bucket</i> setiap pergantian <i>shift</i> dan membersihkan <i>bucket</i> polos yang kotor
7	Bucket Berlabel	Operator jarang membersihkan sensor pada mesin penempel <i>foil</i>	420	Membersihkan sensor pada mesin penempel <i>foil</i> secara berkala
8	Bucket Berlabel	Perawatan dan pemeriksaan komponen yang kurang teratur	420	Mengganti karet pengencang pada gulungan <i>foil</i> secara berkala
9	Bucket Polos dan Lid	Staff gudang kurang teliti dalam menimbang bahan baku	350	Membuat <i>visual display</i> untuk mengingatkan <i>staff</i> gudang agar menimbang dengan teliti
10	Bucket Polos dan Lid	Tidak adanya prosedur <i>mixing</i> yang jelas	350	Membuat instruksi kerja untuk proses <i>mixing</i>
11	Bucket Berlabel	Bucket polos tidak dapat terpasang dengan kencang pada <i>spindle jig</i>	350	Membuat <i>spindle jig</i> yang dilengkapi dengan <i>spring pins</i>
12	Bucket Berlabel	Operator jarang membersihkan area produksi	350	Membuat <i>visual display</i> untuk mengingatkan operator untuk membersihkan area produksi dan menggunakan <i>spray mop</i> untuk mempermudah proses pembersihan area produksi
13	Bucket Berlabel	Bucket polos terjatuh di area produksi yang kotor	350	Membuat <i>visual display</i> untuk mengingatkan operator untuk membersihkan area produksi dan menggunakan <i>microfiber duster</i> untuk membersihkan <i>bucket</i>
14	Bucket Berlabel	Bucket polos tidak dibersihkan dengan lap terlebih dahulu	350	Menggunakan <i>microfiber glove</i> untuk memudahkan operator
15	Bucket Berlabel	Kurangnya kesadaran operator untuk menggunakan alas kaki yang telah disediakan	224	Memperbesar ukuran <i>visual display</i> dan merubah posisi peletakkan rak sepatu
16	Bucket Berlabel	<i>Silicone rubber roller</i> dibiarkan dalam waktu lama dengan suhu tinggi	210	Membuat <i>visual display</i> untuk mengingatkan operator
17	Bucket Polos dan Lid	Operator jarang membersihkan area produksi	35	Membuat <i>visual display</i> untuk mengingatkan operator untuk membersihkan area produksi dan menggunakan <i>spray mop</i> untuk mempermudah proses pembersihan

3. Pendinginan *bucket* polos untuk mengatasi cacat perbedaan tinggi pada pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.
4. Penggunaan *microfiber glove* untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
5. Pembersihan jalur keluar *bucket* polos pada mesin *injection bucket* untuk mengatasi cacat *foil* terkelupas pada *bucket* berlabel.
6. Pembersihan sensor pada mesin penempel *foil* yang disertai dengan formulir untuk mengatasi cacat pertemuan *foil*.
7. Penggantian karet pengencang pada gulungan *foil* untuk mengatasi cacat pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.
8. Pembuatan *visual display* untuk menimbang

dengan teliti untuk mengatasi cacat susut pada *bucket* polos dan *lid*.

9. Pembuatan instruksi kerja proses *mixing* untuk mengatasi cacat susut pada *bucket* polos dan *lid*.
10. Pembuatan *visual display* dan penggunaan *spray mop* untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
11. Pembuatan *visual display* dan penggunaan *microfiber duster* untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
12. Ukuran *visual display* yang diperbesar dan perubahan posisi peletakkan rak sepatu untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
13. Pembuatan *visual display* untuk menurunkan suhu *heater chamber* untuk mengatasi cacat *foil* hanya menempel sebagian pada *bucket* berlabel.

3.5 Control

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dari metode Six Sigma DMAIC. Pada tahap ini dilakukan pengukuran DPMO dan *sigma quality level* untuk mengetahui performansi proses setelah dilakukan perbaikan. Berdasarkan peta kendali p dan u setelah perbaikan, semua proses sudah terkendali karena tidak terdapat titik di luar UCL dan LCL. Setelah proses terkendali, dilakukan perhitungan DPMO dan *sigma quality level* setelah perbaikan. Tabel 9 menunjukkan perbandingan nilai DPMO dan *sigma quality level* sebelum dan setelah perbaikan.

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat terjadi penurunan DPMO yang cukup besar. Pada *bucket* polos DPMO sebelum dan setelah perbaikan berturut-turut adalah 7591 dan 2621,54. Pada *lid*, DPMO sebelum dan setelah perbaikan berturut-turut adalah 3420,77 dan 1169. Sedangkan DPMO *bucket* berlabel sebelum dan setelah perbaikan berturut-turut adalah 8109,44 dan 713,69. Untuk mengetahui apakah terjadi penurunan produk cacat dan cacat secara signifikan dilakukan pengujian hipotesis. Berikut adalah hipotesis yang diuji:

1. Proporsi produk cacat *bucket* polos
 H_0 : Proporsi produk cacat sebelum perbaikan sama dengan proporsi produk cacat setelah perbaikan.
 H_1 : Proporsi produk cacat sebelum perbaikan lebih besar dari proporsi produk cacat setelah perbaikan.

Berdasarkan pengujian diperoleh *p-value* lebih besar dari alfa ($\alpha = 0,05$), sehingga H_0

Tabel 9: Perbandingan DPMO dan *sigma quality level* sebelum dan setelah perbaikan

Item	Rata-rata DPMO			Rata-rata <i>Sigma Quality Level</i>			Persentase Rata-rata Produk Cacat		
	Sebelum	Sesudah	Persentase Penurunan	Sebelum	Sesudah	Persentase Peningkatan	Sebelum	Sesudah	Persentase Penurunan
<i>Bucket</i> Polos	7591.88	2621.54	65.47%	3.93	4.31	8.82%	1.95%	0.49%	74.87%
<i>Lid</i>	3420.77	1169	65.83%	4.21	4.9	14.08%	0.65%	0.23%	64.62%
<i>Bucket</i> Berlabel	8109.44	713.69	91.20%	3.92	4.72	16.95%	6.28%	0.53 %	91.56%

ditolak yang berarti perbaikan menurunkan proporsi *bucket* polos cacat yang signifikan.

2. Proporsi produk cacat *lid*

H_0 : Proporsi produk cacat sebelum perbaikan sama dengan proporsi produk cacat setelah perbaikan.

H_1 : Proporsi produk cacat sebelum perbaikan lebih besar dari proporsi produk cacat setelah perbaikan.

Berdasarkan pengujian diperoleh *p-value* lebih besar dari alfa ($\alpha = 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang berarti perbaikan menurunkan proporsi *lid* cacat yang signifikan.

3. Proporsi produk cacat *bucket* berlabel

H_0 : Proporsi produk cacat sebelum perbaikan sama dengan proporsi produk cacat setelah perbaikan.

H_1 : Proporsi produk cacat sebelum perbaikan lebih besar dari proporsi produk cacat setelah perbaikan.

Berdasarkan pengujian diperoleh *p-value* lebih besar dari alfa ($\alpha = 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang berarti perbaikan menurunkan proporsi *bucket* berlabel cacat yang signifikan.

4. Rata-rata cacat *bucket* polos

H_0 : Rata-rata cacat sebelum perbaikan sama dengan rata-rata cacat setelah perbaikan.

H_1 : Rata-rata cacat sebelum perbaikan lebih besar dari rata-rata cacat setelah perbaikan.

Berdasarkan pengujian diperoleh *p-value* lebih besar dari alfa ($\alpha = 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang berarti perbaikan menurunkan rata-rata cacat pada *bucket* polos secara signifikan.

5. Rata-rata cacat *lid*

H_0 : Rata-rata cacat sebelum perbaikan sama dengan rata-rata cacat setelah perbaikan. H_1 : Rata-rata cacat sebelum perbaikan lebih besar dari rata-rata cacat setelah perbaikan.

Berdasarkan pengujian diperoleh *p-value* lebih besar dari alfa ($\alpha = 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang berarti perbaikan menurunkan rata-rata cacat pada *lid* secara signifikan.

6. Rata-rata cacat *bucket* berlabel

H_0 : Rata-rata cacat sebelum perbaikan sama dengan rata-rata cacat setelah perbaikan.

H_1 : Rata-rata cacat sebelum perbaikan lebih besar dari rata-rata cacat setelah perbaikan.

Berdasarkan pengujian diperoleh *p-value* lebih besar dari alfa ($\alpha = 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang berarti perbaikan menurunkan rata-rata cacat pada *bucket* berlabel secara signifikan.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- DPMO dan *sigma quality level* dari *bucket* polos secara berturut-turut adalah 7591,88 dan 3,93. DPMO dan *sigma quality level* dari *lid* secara berturut-turut adalah 3420,77 dan 4,21. Sedangkan DPMO dan *sigma quality level* pada *bucket* berlabel adalah 8109,44 dan 3,92.
- Penyebab terjadinya cacat pada *paint bucket* yang terdiri dari *bucket* polos, *lid*, dan *bucket* berlabel antara lain :
 - Operator kurang teliti dalam menimbang bahan baku.
 - Kurangnya rasa kepedulian dan tanggung jawab pada operator.
 - Operator jarang membersihkan area produksi.
 - Penjepit *foil* yang sudah terpakai hanya memberi gaya tarik pada arah horizontal.
 - Bucket* polos yang terdeformasi pada saat proses *packing*.

Jenis-jenis cacat yang terjadi adalah:

- Cacat susut pada *bucket* polos dan *lid*.
- Cacat permukaan tidak rata pada *bucket* polos dan *lid*.
- Cacat perbedaan tinggi pada pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.

- (d) Cacat *foil* terkelupas pada *bucket* berlabel.
 - (e) Cacat *foil* hanya menempel sebagian pada *bucket* berlabel.
 - (f) Cacat penempelan tidak menghasilkan pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.
 - (g) Cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
3. Perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi banyaknya cacat dan jumlah produk cacat adalah sebagai berikut:
- (a) Penggunaan *infrared thermometer* untuk mengatasi cacat *foil* hanya menempel sebagian dan *foil* terkelupas pada *bucket* berlabel.
 - (b) Pembuatan alat bantu untuk memberi gaya tekan ke bawah untuk mengatasi cacat perbedaan tinggi pada pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.
 - (c) Pendinginan *bucket* polos untuk mengatasi cacat perbedaan tinggi pada pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.
 - (d) Penggunaan *microfiber glove* untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
 - (e) Pembersihan jalur keluar *bucket* polos pada mesin *injection bucket* untuk mengatasi cacat *foil* terkelupas pada *bucket* berlabel.
 - (f) Pembersihan sensor pada mesin penempel *foil* yang disertai dengan formulir untuk mengatasi cacat pertemuan *foil*.
 - (g) Penggantian karet pengencang pada gulungan *foil* untuk mengatasi cacat pertemuan *foil* pada *bucket* berlabel.
 - (h) Pembuatan *visual display* untuk menimbang dengan teliti untuk mengatasi cacat susut pada *bucket* polos dan *lid*.
 - (i) Pembuatan instruksi kerja proses *mixing* untuk mengatasi cacat susut pada *bucket* polos dan *lid*.
 - (j) Pembuatan *visual display* dan penggunaan *spray mop* untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
 - (k) Pembuatan *visual display* dan penggunaan *microfiber duster* untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
 - (l) Ukuran *visual display* yang diperbesar dan perubahan posisi peletakkan rak sepatu untuk mengatasi cacat bintik putih pada *bucket* berlabel.
 - (m) Pembuatan *visual display* untuk menurunkan suhu *heater chamber* untuk mengatasi cacat *foil* hanya menempel sebagian pada *bucket* berlabel.
4. DPMO dan *sigma quality level* setelah perbaikan dari *bucket* polos secara berturut-turut adalah 2621,54 dan 4,31. DPMO dan *sigma quality level* setelah perbaikan dari *lid* secara berturut-turut adalah 1169 dan 4,90. Sedangkan DPMO dan *sigma quality level* setelah perbaikan pada *bucket* berlabel adalah 713,69 dan 4,72.

Daftar Pustaka

- Evans, J. R. dan Lindsay, W. M. (2005). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. Ohio: Thomson.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBQNA, dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gygi, et. al. (2005). *Six Sigma for Dummies*. Indianapolis: Wiley Publishing.
- Montgomery, F. C. dan Woodall, W. H. (2008). *An Overview of Six Sigma*. *International Statistical Review*, Vol. 76(3).
- Yuri, T. dan Nurcahyo, R. (2013). *TQM Manajemen Kualitas Total dalam Perspektif Teknik Industri*. Jakarta: Indeks.