

MINIMASI JUMLAH PRODUK CACAT DENGAN IMPLEMENTASI SIX SIGMA DAN EKSPERIMEN TAGUCHI PADA PT. LUCAS JAYA BANDUNG

Widi Nugraha¹ Lucie Maria²
Sekolah Tinggi Teknologi Bandung
Jl. Soekarno Hatta No. 378 Bandung
widi@sttbandung¹
lucie@sttbandung²

Abstrak

Produk injeksi yang diproduksi di PT. LUCAS DJAJA adalah berupa cairan dalam wadah ampul dan vial. Perusahaan memiliki target *ouput* produksi sebanyak 47.600 *bulk* produk (Produk Akhir) untuk setiap produksi (*batch*). Syarat minimum total *bulk* produk per *batch* yang ditetapkan perusahaan adalah $\geq 87\%$ setara dengan 41.412 *bulk* produk. Sejauh ini total *output* tidak pernah kurang dari syarat minimum tersebut. Menurut data aktual perusahaan, rata-rata jumlah Produk Ruah Sementara selama produksi pada bulan Juli 2016 tidak mencapai target. Bobot rata-rata Produk Ruah Sementara sebesar 96,22% tidak memenuhi syarat minimal bobot sebesar $\geq 97,00\%$, sedangkan rata-rata bobot Produk Ruah Akhir sebesar 95,33% telah memenuhi syarat $\geq 92,00\%$. Penelitian ini berupaya untuk meminimasi cacat Produk Ruah Sementara. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah Metode Six Sigma dan Metode Eksperimen Taguchi. Pada metode Six Sigma dilakukan empat tahap yaitu DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*). Hasil uji *Define* adalah rata-rata *output* Produk Ruah Sementara $\geq 97.00\%$ dan rata-rata *output* Produk Ruah Akhir $\geq 92.00\%$. Dari kedua jenis Produk Ruah tersebut dihasilkan dua tipe cacat yaitu tipe cacat Karena Proses *Filling* pada Produk Ruah Sementara, terdiri dari cacat Pecah dan *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi. Tipe cacat kedua yaitu tipe cacat Visual pada Produk Ruah Akhir, terdiri dari jenis cacat hitam, serat, beling, runcing, pecah, *print*, dan kemasan. Tindakan yang direkomendasikan yaitu mencari kecepatan mesin *filling* yang optimal dengan mempertimbangkan kualitas kinerja operator mesin *filling* menggunakan metode eksperimen *Taguchi*. Pada tahap *Improve* terdapat tiga tahap eksperimen menggunakan metode eksperimen *Taguchi*. Hasil cacat dari eksperimen 1 adalah 6.2%. Hasil dari eksperimen 2 ini menunjukkan *setting* faktor terbaik yaitu Kecepatan Mesin *Filling* 50RPM, dan Kinerja Operator bernilai 75. Kemudian hasil eksperimen 3 adalah percobaan dengan menggunakan *setting* optimal (hasil dari eksperimen 2). Rata-rata persentase cacat hasil eksperimen ini adalah 3.17%. Terlihat terjadi penurunan persentase cacat antara penggunaan *setting* rutin dengan *setting* optimal. Setelah *output* dibandingkan antara *setting* kondisi awal dengan kondisi optimal terjadi peningkatan nilai sigma dari 3.28σ menjadi 3.36σ , walaupun masih belum bisa mencapai syarat minimum perusahaan sebesar $\geq 3.39\sigma$.

Kata Kunci: Cacat Produk, Metode Six Sigma, Metode Eksperimen *Taguchi*.

Abstract

Injection products produced at PT. LUCAS DJAJA is a liquid in an ampoule and vial container. The company has a production target of 47,600 bulk products (Final Products) for each batch. The minimum requirement for total bulk products per batch set by the company is $\geq 87\%$ equivalent to 41,412 bulk products. So far the total output has never been less than the minimum requirement. According to the company's actual data, the average number of temporary products during production in July 2016 did not reach the target. The mean weight of Ruah Products while at 96.22% does not meet the minimum requirements of weight of $\geq 97.00\%$, while the average weight of Final Products is 95.33% which meets the requirements of $\geq 92.00\%$. This study seeks to minimize defects in temporary products. The method used to solve this problem is the Six Sigma Method and the Taguchi Experiment Method. In the Six Sigma method, there are four stages, namely DMAI (Define, Measure, Analyze, and Improve). The Define test results are the mean output of Temporary Grain Products $\geq 97.00\%$ and the average output of Final Grain Products $\geq 92.00\%$. Of the two types of fruit products, two types of defects are produced, namely the type of defect, because the process of filling in temporary products consists of defects and broken products that are not fulfilled. The second type of defect is the type of visual defect in Final Fruit Products, consisting of types of black, fiber, shard, pointed, broken, print, and packaging defects. The recommended action is to find the optimal filling machine speed by considering the quality of the performance of the filling machine operator using the Taguchi experiment method. In the Improve stage there are three experimental stages using the Taguchi experiment method. The defective results from experiment 1 are 6.2%. The results of experiment 2 show the best factor setting, namely 50RPM Filling Machine Speed, and Operator Performance is 75. Then the results of experiment 3 are experiments using optimal settings (results of experiment 2). The average percentage of defects resulting from this experiment is 3.17%. Seen a decrease in the percentage of defects between the uses of routine settings with optimal settings. After the output is compared between the settings of the initial conditions with optimal conditions there is an increase in the sigma value of 3.28σ to 3.36σ , even though it still cannot reach the minimum company requirements of $\geq 3.39\sigma$.

Keywords: Product Disability, Six Sigma Method, Taguchi Experiment Method.

I. PENDAHULUAN

PT. LUCAS DJAJA adalah perusahaan farmasi yang memproduksi obat jenis cairan steril (injeksi), kapsul lunak, sirup, suspensi, *Dry Syrup*, dan kapsul keras. Sampai saat ini PT. LUCAS DJAJA terus berkembang dengan beberapa fasilitas produksi yang diklasifikasikan berdasarkan jenis obat yang dibuatnya. Fasilitas tersebut antara lain Fasilitas *Non Steril Non Beta-laktam* yang memproduksi obat jenis sirup, suspensi dan kapsul keras, Fasilitas Steril (Injeksi) memproduksi jenis cairan steril, Fasilitas *Beta-laktam* memproduksi *Dry Syrup* dan kapsul keras, dan Fasilitas Kapsul Lunak memproduksi jenis kapsul lunak. Walaupun keempat fasilitas tersebut beroperasi sesuai SOP (*Standard Operating Procedure*) yang berlaku, tetapi tidak jarang muncul kendala di tengah-tengah kegiatan. Masalah yang muncul berdampak pada kerugian bagi perusahaan. Selain banyak waktu yang terbuang, bentuk lain dari kerugiannya ada pada kualitas produk itu sendiri. Di antara keempat fasilitas produksi tersebut yang memiliki frekuensi masalah terbesar adalah Fasilitas Steril (Injeksi).

Menurut buku Farmakope Indonesia Edisi IV, cairan steril/ injeksi adalah produk yang dikemas dalam wadah 100 mL atau kurang. Produk injeksi yang diproduksi di PT. LUCAS DJAJA adalah berupa cairan dalam wadah ampul dan vial. Produk berwadah ampul yang diproduksi di perusahaan ini berukuran 1mL dan 2mL. Namun yang akan dibahas lebih lanjut adalah produk berkemasan ampul 2mL.

Produksi injeksi berwadah ampul terdiri dari beberapa proses yang dilakukan secara bertahap salah satunya proses *mixing*/pencampuran bahan baku dan proses *filling*/pengisian produk ke dalam wadah. Produk hasil proses *mixing* disebut Produk Antara, sedangkan produk hasil proses *filling* disebut Produk Ruah. Produk Ruah diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan urutan pengerjaannya. Di urutan pertama dilakukan proses perhitungan produk cacat pada Produk Ruah hasil proses *filling* dimana produk yang bebas cacat disebut Produk Ruah Sementara, dengan cacat yang dihasilkan yaitu cacat “Karena Proses *Filling*”. Lalu proses selanjutnya dilakukan proses perhitungan produk cacat pada Produk Ruah Sementara, dimana produk yang bebas cacat disebut Produk Ruah Akhir, dengan cacat yang dihasilkan yaitucacat “Visual”.

Perusahaan memiliki target *ouput* produksi sebanyak 47.600 *bulk* Produk Akhir untuk setiap *batch* dengan syarat $\geq 87\%$, setara dengan 41412 *bulk* Produk Akhir. Dalam kebijakan tersebut perusahaan memberlakukan syarat untuk *bulk* Produk Ruah Sementara dan *bulk* Produk Ruah Akhir. Untuk *bulk* Produk Ruah Sementara sebesar $\geq 97\%$, sedangkan *bulk* Produk Ruah Akhir sebesar $\geq 92\%$. Berikut rekap data total produksi injeksi ampul 2mL yang diambil pada Bulan Juli 2016:

Total Produksi (<i>Bulk</i> Produk)	Tipe Cacat	Produk Cacat (<i>Bulk</i> Produk)	% Cacat	% Produk Tidak Cacat
809200	Karena Proses <i>Filling</i>	30585	3.78	96.22
778615	Visual	36404	4.68	95.32

Melihat persentase kedua tipe cacat di atas, tipe cacat pertamalah yang tidak memenuhi syarat karena nilainya kurang dari 97%. Sedangkan persentase tipe cacat kedua sudah memenuhi syarat karena nilainya lebih besar dari 92%. Maka penelitian akan difokuskan pada tipe cacat “Karena Proses *Filling*”.

Tipe cacat Karena Proses *Filling* terbagi menjadi dua jenis berdasarkan bentuk cacatnya yaitu Pecah dan *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi. Jenis cacat Pecah adalah *bulk* Produk Ruah Sementara yang pecah ketika proses berlangsung, sedangkan jenis cacat *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi adalah *bulk* Produk Ruah Sementara yang hilang karena jumlah Produk Antara yang berkurang. Data produk tipe cacat karena proses *filling* disajikan pada tabel 1.2.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, penyebab timbulnya cacat Pecah adalah kecepatan mesin *filling* yang tidak optimal. Cacat *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi disebabkan oleh jumlah (mL) Produk Antara yang berkurang karena diambil untuk sampel QC sebanyak ± 180 mL, membilas mesin sebanyak ± 300 mL, dan terjadinya penguapan selama proses berlangsung yang jumlahnya tidak dapat dihitung secara pasti. Pada langkah perbaikan, diprioritaskan pada jumlah total cacat yang paling dominan. Namun dalam kasus ini, jenis cacat *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi tidak dapat diukur secara pasti (Menguap). Produk Antara menguap dikarenakan pelarutnya menggunakan air bersuhu tinggi. Dan untuk solusi perbaikan bisa dikatakan cukup sulit karena perusahaan tidak memiliki mesin pendingin air. Maka dari itu perbaikan akan dilakukan pada jenis cacat Pecah.

Faktor cacat “Pecah” diklasifikasikan ke dalam empat sumber penyebab di antaranya Material, kualitas ampul kurang baik disebabkan karena ketebalan ampul yang berbeda-beda. Semakin tipis ampul maka semakin mudah pecah begitupun sebaliknya. Walaupun ampul tersebut telah lulus uji Departemen QC, peluang keberadaan ampul berkualitas rendah selalu ada. Kedua Metode, banyak *bulk* produk yang pecah disebabkan karena kecepatan mesin *filling* tidak tepat. Hingga saat ini kecepatan yang dipakai masih berupa perkiraan dari pengalaman- pengalaman sebelumnya.

Ketiga faktor Mesin, kecepatan mesin *filling* yang berlebihan disebabkan tidak ada standar kecepatan mesin *filling*. Dan keempat Manusia, operator tidak dapat menentukan kecepatan mesin secara pasti dan masih menggunakan perkiraan karena tidak ada standar kecepatan mesin *filling*. Jika operator lalai mengawasi jalannya proses *filling* adalah akibat dari menurunnya tingkat konsentrasi.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka permasalahannya adalah banyaknya produk cacat Pecah pada produk injeksi sehingga perlu dilakukan penelitian, bagaimana meminimasi jumlah produk cacat Pecah dengan implementasi *Six Sigma* dan perbaikan pada proses *filling* menggunakan metode eksperimen Taguchi dengan mempertimbangkan faktor

Tabel I Rekap Data Total Produksi Injeksi Ampul 2mL Bulan Juli 2016

apa saja yang akan berpengaruh terhadap cacat Pecah.

II. LANDASAN TEORI

Defect atau Cacat

Produk yang cacat tentu tidak dapat berfungsi dengan baik karena sebagian atau seluruh kemampuan produk tersebut untuk memenuhi kebutuhan konsumen berkurang atau hilang. Kata “cacat” dapat didefinisikan bermacam-macam sesuai dengan cara pandang masing-masing orang atau organisasi. Berikut ini terdapat beberapa macam definisi dari kata “cacat atau *defect*”.

1. Menurut Vincent Gaspersz (2002) cacat dapat didefinisikan sebagai karakteristik kualitas yang tidak memenuhi standar atau kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan. Selain itu, tingkat keparahan satu atau lebih kerusakan pada produk dapat membuat produk tersebut ditolak.
2. Peter S. Pande (2002) menyatakan bahwa cacat adalah semua kejadian atau peristiwa dimana produk atau proses gagal memenuhi kebutuhan seorang pelanggan.
3. Juran (1979) mendefinisikan cacat sebagai suatu keadaan produk yang tidak dapat digunakan atau batasan produk diluar spesifikasi.

III. METODOLOGI

a. Define

Pada tahap pertama ampul dicuci menggunakan mesin cuci ampul. Semua ampul yang akan dicuci dalam kondisi baik dan telah lulus uji Departemen QC. Tahap kedua, ampul yang telah dicuci kemudian disterilkan dengan cara dikeringkan dalam oven pada suhu dan waktu tertentu.

Tahap ketiga yaitu penimbangan bahan baku. Jumlah bahan baku yang ditimbang setara untuk satu kali produksi/ satu *batch*. Setelah semua bahan baku ditimbang, operator melakukan tahap keempat yaitu mencampurkan semua bahan baku ke dalam *container* dengan cara melarutkannya dengan air khusus injeksi/ WFI (*Water for Injection*). Perusahaan membuat sendiri air tersebut karena kondisi air yang digunakan harus dalam keadaan *fresh*. Air masih dalam keadaan panas ketika digunakan.

Kemudian lanjut pada tahap kelima yaitu melakukan proses *mixing* pada bahan yang telah dilarutkan tersebut. Proses *mixing* dilakukan oleh mesin *mixing* dengan cara diaduk dalam jangka waktu tertentu agar homogen. Bahan-bahan yang telah diaduk tadi (Produk Antara) kemudian dilakukan uji kualitas oleh Departemen QC. Jumlah Produk Antara yang dibutuhkan untuk uji kualitas adalah $\pm 180\text{mL}$. Selama menunggu hasil pengujian, produk mengalami proses penguapan karena kondisinya masih dalam keadaan panas sehingga sedikit demi sedikit volume berkurang.

Setelah dinyatakan lulus uji, operator akan menambah WFI dengan jumlah tertentu yang terhitung dari volume produk yang menguap serta kadar zat aktif produk tersebut.

Tahap selanjutnya Produk Antara disaring sebanyak dua kali agar terbebas dari partikel- partikel kotoran. Satu kali penyaringan membutuhkan sebanyak $\pm 100\text{mL}$ produk. Maka total produk yang berkurang untuk membilas sebanyak $\pm 200\text{mL}$. Saat proses penyaringan, Produk Antara mengalami proses

penguapan juga. Jumlah produk yang berkurang kali ini tidak dapat ditanggulangi.

Produk yang telah disaring selanjutnya dilakukan proses *filling* oleh mesin *filling*. Proses *filling* adalah proses menyuntikkan Produk Antara ke dalam wadah ampul steril. Sebelum digunakan, mesin *filling* dibilas terlebih dahulu dengan produk sebanyak $\pm 100\text{mL}$ untuk meminimasi terjadinya kontaminasi. Setelah mesin sudah diatur sesuai prosedur, proses *filling* pun dapat dijalankan. Selama proses ini berlangsung, terjadi penguapan pada Produk Antara.

Setelah proses *filling* berakhir, tahap berikutnya adalah mensterilkan semua produk (Produk Ruah) menggunakan Mesin *Autoclave* dalam jangka waktu tertentu. Semua Produk Ruah, kecuali yang pecah, dilakukan proses sterilisasi. Setelah steril, produk dibawa ke ruang Ruahan untuk dicek cacat visual.

Jenis Cacat pada Produk Injeksi 2mL

Perusahaan memiliki target *ouput* produksi sebanyak 47.600 *bulk* produk (Produk Akhir) untuk setiap *batch*. Syarat minimum total *bulk* produk per *batch* yang ditetapkan perusahaan adalah $\geq 87\%$ setara dengan 41.412 *bulk* produk. Sejauh ini total *output* tidak pernah kurang dari syarat minimum tersebut. Dalam kebijakan tersebut perusahaan memberlakukan syarat untuk jumlah Produk Ruah. Produk Ruah diklasifikasikan ke dalam dua tahap. Tahap pertama dihasilkan Produk Ruah Sementara dengan syarat $\geq 97.00\%$ dan pada tahap kedua dihasilkan Produk Ruah Akhir dengan syarat jumlahnya $\geq 92.00\%$.

Dari kedua jenis Produk Ruah tersebut didapat dua tipe cacat yaitu tipe cacat Karena Proses *Filling* yang ditemui pada Produk Ruah Sementara, terdiri dari jenis cacat Pecah dan *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi. Tipe cacat kedua yaitu tipe cacat Visual yang akan ditemukan pada Produk Ruah Akhir, terdiri dari jenis cacat hitam, serat, beling, runcing, pecah, *print*, dan kemasan.

b. Measure

Penentuan Jenis Cacat Dominan dan CTQ (*Critical to Quality*)

Saat ini perusahaan mengalami kendala pada produk injeksi ini yaitu pencapaian target produksi yang kurang maksimal setiap *batch*-nya. Rata-rata jumlah Produk Ruah Sementara selama produksi pada bulan Juli 2016 tidak mencapai target. Beda halnya dengan jumlah Produk Ruah Akhir dimana rata-rata jumlahnya selama bulan Juli 2016 sudah tercapai.

Terdapat data dari dua tahap yang dilakukan secara berurutan, yaitu data yang diambil setelah proses *filling* berakhir, dan data setelah semua *bulk* produk diperiksa secara visual di ruang Ruahan. Rata-rata bobot Produk Ruah Sementara (cacat karena proses *filling*) sebesar 96,22% tidak memenuhi syarat minimal bobot sebesar $\geq 97,00\%$, sedangkan rata-rata bobot Produk Ruah Akhir sebesar 95,33% telah memenuhi syarat $\geq 92,00\%$.

Penentuan Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Kini penelitian lebih tertuju pada tipe cacat pertama. Untuk memperjelas masalah maka digunakan konsep *Six Sigma* seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel II Nilai DPMO dan Nilai *Sigma* pada Kedua Tipe Cacat

Total Produksi (Bulk Produk)	Tipe Cacat	Produk Cacat (Bulk Produk)	% Cacat	Produk Tidak Cacat	DPMO	% DPMO	Sigma
809200	Karena Proses Filling	30585	3.78	96.22	37.538	3753.8	3.28
778615	Visual	36404	4.68	95.32	46.479	4647.9	3.18

Dua tipe cacat dibandingkan berdasarkan nilai *Sigma*. Pada tipe cacat pertama, persentase produk tidak cacat sebesar 96.22% dan dari persentase tersebut diperoleh nilai DPMO (*Defects per Million Opportunities*) sebesar 37.538 kemudian diubah ke dalam bentuk persen menjadi 3753.8% yang berarti kesempatan munculnya produk cacat sebesar 3753.8% per satu juta kesempatan. Lalu diperoleh nilai *Sigma* sebesar 3.28σ dengan target yang ditetapkan perusahaan sebesar 3.39σ (setara dengan 97.00%).

Pada tipe cacat kedua, persentase produk tidak cacat sebesar 95.32% sehingga diperoleh nilai DPMO sebesar 46.479 yang berarti kesempatan muncul produk cacat sebesar 4647.9% per satu juta kesempatan. Lalu diperoleh nilai *Sigma* sebesar 3.18σ dengan target minimal yang ditetapkan perusahaan sebesar 2.91σ (setara dengan 92.00%) untuk tipe ini. Melihat nilai *Sigma* dari kedua tipe tersebut dapat disimpulkan bahwa tipe cacat pertamalah yang tidak memenuhi syarat sehingga perlu diadakan perbaikan untuk meningkatkan nilai *Sigma*. Maka penelitian ini akan berfokus dalam meminimasi jumlah cacat karena proses *filling*.

Produk Ruah Sementara yang merupakan *output* dari proses *filling* menghasilkan dua jenis cacat yaitu jumlah Produk Antara yang menguap yang disebut sebagai cacat Bulk Produk Tidak Terpenuhi, dan Produk Ruah yang pecah yang disebut sebagai cacat Pecah.

c. Analyze

Penentuan Nilai FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*)

Proses penentuan nilai FMEA ini terdiri dari tiga tahap penilaian yaitu *Severity* (kerumitan), *Occurrence* (kejadian), dan Deteksi. *Severity* dinilai berdasarkan dampak yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi. *Occurrence* dinilai berdasarkan tiap penyebab potensial yang dihasilkan dari masing-masing Faktor Kegagalan. Dan tahap Deteksi dinilai berdasarkan jenis-jenis inspeksi dari setiap faktor kegagalan.

Untuk ranking *Severity* pada tipe kegagalan pertama, dipilih ranking 5 karena mesin *filling* tetap beroperasi dan aman walaupun menimbulkan kegagalan produk, yang menyebabkan operator merasa tidak puas karena tingkat kinerja berkurang. Kegagalan ini mengakibatkan kehilangan waktu produksi selama 30-60 menit hanya untuk mendapatkan *setting* mesin yang lebih baik, menurut Vincent Gaspersz, (Edisi Pertama, Juli 2002).

Kemudian masuk ke tahap penilaian *Occurrence*, dimana subjek yang dinilai adalah penyebab potensial dari setiap tipe kegagalan. Penyebab potensial 'kecepatan mesin *filling* tidak tepat' dipilih ranking 9 karena tingkat kerusakan yang terjadi sangat tinggi dan mesin beroperasi selama 2-10 jam.

Penyebab potensial kedua 'kelalaian operator mengatur kecepatan mesin *filling*' dipilih ranking 4

karena hanya sedikit kerusakan yang terjadi. Penyebab potensial ketiga 'Produk Antara digunakan untuk membilas mesin' dipilih ranking 9 karena tingkat kejadian sangat tinggi. Dan penyebab potensial terakhir dari tipe kegagalan Karena Proses *Filling* adalah 'Produk Antara menguap' dengan ranking 10 karena tingkat kejadiannya tinggi/ selalu terjadi. Lalu masuk ke rating Deteksi. Untuk faktor kegagalan Pecah, dipilih ranking 7 karena jenis inspeksi yang dilakukan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi Penyebab Potensial. Dan untuk faktor kegagalan kedua, Bulk produk tidak terpenuhi, dipilih ranking 6 karena jenis inspeksi yang dilakukan memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial.

Setelah ketiga tahap tersebut kemudian dihitung nilai RPN-nya dengan rumus:

$$\text{Rumus RPN (Risk Priority Number)} = \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Deteksi}$$

Contoh perhitungan:

Penyebab Potensial 'Kecepatan mesin *filling* tidak tepat'

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Deteksi} \\ &= 5 \times 9 \times 7 \\ &= 315 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil FMEA diatas, diketahui nilai RPN terbesar ada pada penyebab karena kecepatan mesin *filling* yang tidak tepat. RPN (*Risk Priority Number*) adalah angka prioritas resiko, merupakan hasil perkalian antara rating pengaruh buruk (*Severity*), rating kejadian (*Occurance*) dan rating efektivitas/ deteksi. Tindakan yang direkomendasikan adalah mencari kecepatan mesin *filling* yang optimal dengan mempertimbangkan kualitas kinerja operator mesin *filling*. Maka dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab tingginya tingkat produk cacat yang pecah adalah kecepatan mesin *filling*. Tindakan perbaikan akan menggunakan metode eksperimen Taguchi.

d. Improve

Identifikasi Variabel Bebas dan Variabel Tak Bebas

Setelah dilakukan Penentuan Nilai FMEA, disimpulkan bahwa faktor kegagalan yang terpilih adalah Faktor Kegagalan 'Pecah'. Tindakan yang direkomendasikan untuk masalah ini adalah mencari kecepatan mesin *filling* yang optimal dengan mempertimbangkan kualitas kinerja operator. Dengan kata lain, variabel bebas dari jenis cacat pecah ini yaitu kecepatan mesin *filling* dan kinerja operator mesin *filling*. Sedangkan variabel tak bebas yang sesuai untuk faktor 'Pecah' ini adalah Karakteristik Atribut karena hasil akhir produk tidak dapat diukur dengan skala kontinyu, tetapi diklasifikasikan ke dalam dua kelompok yaitu kelompok berhasil dan kelompok cacat.

1) Kecepatan Mesin *Filling*

Merupakan suatu nilai kecepatan laju mesin *filling* dalam satuan RPM (*Radius per Minute*). Semakin tinggi kecepatannya maka semakin besar resiko terjadinya produk pecah. Namun jika terlalu lamban pun tidak baik karena akan memakan banyak waktu. Dan berdasarkan hasil wawancara dengan *supervisor*, kecepatan mesin *filling* yang rutin digunakan adalah 40 rpm.

2) Kinerja Operator

Merupakan tolak ukur kualitas kinerja operator dalam menjalankan proses *filling* injeksi, berupa *range* nilai yang terbagi menjadi beberapa skala. Skala tertinggi menunjukkan kinerja operator yang lebih unggul dibanding sesama operator lainnya, begitupun sebaliknya. Namun kualitas yang tinggi bukanlah jaminan seorang operator dapat menghasilkan lebih sedikit produk cacat. Orang yang memiliki skala kualitas tertinggi lebih cenderung tidak berhati-hati karena berpikir bahwa dia dapat menyelesaikan semuanya dengan baik. Hal ini berbanding terbalik dengan operator yang biasa-biasa saja, mereka cenderung bekerja secara hati-hati. Operator yang rutin menangani proses *filling* adalah dari semua skala yang ada.

IV. ANALISIS

A. Hasil Perhitungan Data Produksi pada Kondisi Aktual

Berdasarkan data produksi selama Juli 2016 dengan kondisi aktual perusahaan, terdapat tujuh belas *batch* dengan masing-masing sampel sebanyak 47600 ampul. *Setting* aktual perusahaan yang digunakan saat ini adalah kecepatan mesin *filling* 40 RPM dan skala kinerja operator 100. Dan dari hasil akhir menunjukkan terdapat 30585 *bulk* produk yang pecah dari total 809200 *bulk* produk yang direncanakan. Pada kasus ini perusahaan mengalami persentase cacat pecah sebesar 3.78%.

Pada hasil perhitungan *Loss Function*, perusahaan mengalami kerugian persatu produk sebesar Rp. 57 dari Harga Pokok Produk sebesar Rp. 1,459. Pada percobaan ini, kerugian rata-rata sebesar Rp.2.2 per ampul dengan total kerugian sebesar Rp. 1,743,345 dari total produksi sebesar 809200 *bulk* produk (ampul).

B. Analisis Percobaan Pada Kondisi Aktual Perusahaan (Eksperimen I)

Pada percobaan kondisi aktual perusahaan dilakukan dua belas kali percobaan dengan masing-masing sampel setiap percobaan sebanyak 476 ampul. Menurut pengamatan, data *setting* aktual perusahaan yang digunakan saat ini adalah kecepatan mesin *filling* 40 RPM dan skala kinerja operator 100. Dan dari hasil dua belas kali percobaan terdapat 354 *bulk* produk yang pecah dari total 5712 *bulk* produk yang dieksperimenkan. Dengan kata lain, pada kondisi aktual perusahaan mengalami persentase cacat pecah sebesar 6.20%.

Pada hasil perhitungan *Loss Function*, perusahaan mengalami kerugian persatu produk sebesar Rp. 96 dari Harga Pokok Produk sebesar Rp. 1,459. Pada percobaan ini, kerugian rata-rata sebesar Rp.87 per ampul dengan total kerugian sebesar Rp. 33,984 dari total produksi sebesar 5712 *bulk* produk (ampul).

C. Analisis Hasil Eksperimen Taguchi (Eksperimen 2)

Pada Eksperimen 2 ini dilakukan dua belas kali percobaan dengan masing-masing sampel sebanyak 476 ampul. Dari hasil uji FMEA, terdapat dua faktor dengan masing-masing *setting* level sebanyak dua level. Setelah dilakukan survey terhadap semua operator mesin *filling*, Faktor Kecepatan Mesin *Filling*

terpilih yang digunakan untuk eksperimen II ini adalah: level I 50 RPM dan level II 60 RPM. Dan Faktor Kinerja Operator terpilih yang digunakan adalah: level I bernilai 50 dan level II bernilai 75.

Dari hasil Eksperimen II ini, total produk tidak cacat sebesar 5389 *bulk* produk (ampul), sedangkan untuk total produk cacat sebesar 323 *bulk* produk (ampul). Data yang didapat tersebut tidak dapat diukur dan hanya dapat dikelompokkan, oleh sebab itu karakteristik yang cocok untuk penelitian ini adalah karakteristik atribut. Karakteristik atribut menguji hasil penelitian yang berupa frekuensi tidak cacat dan frekuensi cacat produk.

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang saling berpengaruh antara faktor-faktor tersebut, yang dilihat dengan membandingkan nilai σ_{faktor} dengan nilai $\sigma_{\text{interaksi}}$. Dari semua faktor, tidak ada σ_{faktor} yang bernilai kurang atau sama dengan nilai $\sigma_{\text{interaksi}}$, yang berarti semua faktor yang berinteraksi saling berpengaruh.

Untuk membuktikan hasil perhitungan ANOVA tersebut, maka dilakukan pengujian hipotesa dengan membandingkan nilai F-ratio ANOVA dengan F-tabel. Teorinya, jika F-tabel lebih kecil daripada F-ratio maka interaksi tersebut diterima, dengan kata lain ada pengaruh dari interaksi faktor tersebut. Dari hasil uji hipotesa Eksperimen 2 ini, faktor A dan B menghasilkan F-ratio lebih besar daripada F-tabel, sedangkan faktor AxB menghasilkan F-ratio lebih kecil daripada F-tabel. Maka dari itu faktor A dan B memberikan pengaruh pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil selang kepercayaan optimal dengan selang kepercayaan konfirmasi, didapat bahwa selang kepercayaan konfirmasi berada di dalam *range* selang kepercayaan optimal. Hal ini menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi dapat diterima dengan pertimbangan masih dalam *range* selang kepercayaan optimal, yang diperjelas oleh gambar 4.5 di Bab 4. Dapat disimpulkan bahwa hasil dari eksperimen Taguchi dapat diaplikasikan dan dijadikan acuan untuk proses produksi *filling*.

D. Analisis Percobaan Konfirmasi (Eksperimen 3)

Pada percobaan konfirmasi dilakukan dua belas kali percobaan dengan masing-masing sampel sebanyak 476 ampul. *Setting* parameter terpilih hasil Eksperimen Taguchi 2 adalah A1B2, dimana A1 (Kecepatan mesin *filling* 50 RPM), B2 (Kinerja Operator bernilai 75).

Hasil dua belas kali percobaan pada Eksperimen 3 ini dihasilkan total cacat sebanyak 181 produk dari 5712 produk yang dieksperimenkan, jika diubah ke dalam bentuk persen sebesar 3.17%. Bila dibandingkan dengan hasil Data Produksi (kondisi aktual) perusahaan mengalami penurunan cacat sebesar 0,61%. Eksperimen Taguchi ini nyatanya memberikan dampak terhadap penurunan cacat walaupun tidak cukup signifikan.

Dari hasil studi pendahuluan pada Bab 1, perusahaan menginginkan persentase cacat tidak lebih dari 3% (nilai Sigma $\geq 3,39\sigma$). Pada Data Produksi dengan menggunakan *setting* awal, dihasilkan persentase cacat sebesar 3.78% yang setara dengan $3,28\sigma$.

Pada percobaan konfirmasi eksperimen 3 dengan menggunakan *setting* Taguchi, dihasilkan persentase

cacat sebesar 3.17% yang setara dengan 3.36σ . Nilai Sigma nampak menaik sebesar 0.08. Eksperimen Taguchi pada penelitian ini memberikan dampak positif terhadap proses *filling* yang dilihat dari kenaikan nilai Sigma antara data produksi dengan eksperimen 3, walaupun tetap nilai Sigma masih belum mencapai syarat minimum perusahaan ($\geq 3,39\sigma$).

Selain menurunkan cacat, eksperimen Taguchi ini nyatanya menurunkan Kerugian per Produk dan Kerugian Rata-Rata per Produk. Kerugian per Produk setelah dilakukan eksperimen Taguchi menjadi Rp. 48/ampul (kondisi awal sebesar Rp. 57). dan Kerugian Rata-Rata per Produk menjadi Rp. 1.5/ampul (kondisi awal sebesar Rp. 2.2).

V. KESIMPULAN

Penerapan konsep *Six Sigma (Define, Measure, Analyze, and Improve)* dalam memperbaiki kualitas proses *filling* pada area produksi injeksi, dengan hasil sebagai berikut:

1. *Define* : terdapat dua jenis Produk Ruah, yaitu Produk Ruah Sementara dengan syarat *output* $\geq 97.00\%$. Yang kedua adalah Produk Ruah Akhir dengan syarat *output* $\geq 92.00\%$. Dari kedua jenis Produk Ruah tersebut dihasilkan dua tipe cacat yaitu tipe cacat Karena Proses *Filling* yang ditemui pada Produk Ruah Sementara, terdiri dari jenis cacat Pecah dan *Bulk* Produk Tidak Terpenuhi. Tipe cacat kedua yaitu tipe cacat Visual yang akan ditemukan pada Produk Ruah Akhir, terdiri dari jenis cacat hitam, serat, beling, runcing, pecah, *print*, dan kemasan.

2. *Measure* : CTQ (*Critical to Quality*) berdasarkan data faktual perusahaan tertuju pada Produk Ruah Sementara dengan produk cacat yang dihasilkan adalah cacat Karena Proses *Filling*. Nilai DPMO untuk tipe cacat Karena Proses *Filling* adalah 3753.8% dengan nilai *Sigma* 3.28σ .

3. *Analyze* : Uji FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*) digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah. Ditemukannya akar penyebab masalah ditunjukkan dengan nilai RPN terbesar. Penyebab potensial yang terpilih dengan nilai RPN tertinggi adalah Kecepatan Mesin *Filling* Tidak Tepat sebesar 315.

4. *Improve* : Digunakan Metode *Taguchi* untuk mendapatkan *setting* yang optimal terhadap Kecepatan Mesin *Filling* dan Kinerja Operator Mesin *Filling*. Hasil dari aplikasi *setting* optimal ini dapat menurunkan persentase cacat pecah.

5. Dari hasil eksperimen *Taguchi* didapat *setting* optimal terpilih untuk proses *filling* area produksi injeksi adalah A1B2, dimana A1 (Kecepatan mesin *filling* 50 RPM) dan B2 (Kinerja Operator Mesin *Filling* bernilai 75). Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi ketidaktepatan dalam mengatur kecepatan mesin, serta mengurangi kesalahan yang dilakukan operator dalam menangani produk ruah. Berikut perbandingan antara hasil eksperimen 1 (dengan kondisi aktual) dan hasil eksperimen 3 (dengan *setting* optimal):

a. Berdasarkan data produksi selama Juli 2016 dengan Kecepatan Mesin *Filling* 40 RPM dan Kinerja Operator Mesin *Filling* bernilai 100, 47600 *bulk* produk sebanyak tujuh belas *batch*, didapat persentase cacat sebesar 3.78%. Kerugian per produk (per ampul) Rp. 57 dan kerugian rata-rata per produk Rp. 2.2.

b. Berdasarkan eksperimen 3 dengan Kecepatan Mesin *Filling* 50 RPM dan Kinerja Operator Mesin *Filling* bernilai 75, menggunakan 1000mL sampel (476 *bulk* produk) dengan percobaan sebanyak dua belas kali, didapat persentase cacat sebesar 3.17%. Kerugian per produk (per ampul) Rp. 48, dan kerugian rata-rata per produk Rp. 1.5.

Nilai Sigma yang dihasilkan data produksi pada kondisi aktual adalah sebesar 3.04σ , sedangkan eksperimen 3 dengan kondisi optimal menghasilkan 3.36σ . Adanya kenaikan nilai Sigma menunjukkan bahwa *setting* optimal dapat diterapkan di lapangan.

VI. Referensi

- [1]. C. Montgomery, Douglas. Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. 1990
- [2]. Fauzi, Insan. Peningkatan Kualitas Jasa Pewarnaan Produk Celana Jeans dengan Penerapan *Six Sigma & Eksperimen Taguchi Attribute Characteristic* (Studi Kasus CV. Ciharuman Laundry). Bandung: Universitas Jendral Achmad Yani. 2015
- [3]. Gaspersz, Vincent.. Pedoman Implementasi Program SIX SIGMA Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.2002.
- [4]. Soejanto, Irwan. Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. Graha Ilmu: Surabaya. 2011
- [5]. Utomo, Suseno. Pengendalian Kualitas. Universitas Jenderal Achmad Yani: Bandung. 2006.