

## Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan *Lean Six Sigma* dengan Konsep DMAIC

Ida Rinjani<sup>1\*)</sup>, Wahyudin Wahyudin<sup>2)</sup>, Billy Nugraha<sup>3)</sup>

\*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. H.S. Ronggowaluyo  
Telukjambe Timur, Karawang -41361, Indonesia

<sup>1)</sup>[idarinjani19@gmail.com](mailto:idarinjani19@gmail.com)

<sup>2)</sup>[hwwahyudin@gmail.com](mailto:hwwahyudin@gmail.com)

<sup>3)</sup>[billynugraha982@gmail.com](mailto:billynugraha982@gmail.com)

**Abstrak.** Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas adalah *Lean Six Sigma* dengan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*). Hal ini berorientasi hanya akan ada 3,4 cacat produk dari setiap 1 juta produk yang diproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk lensa di PT. XYZ, terutama lensa tipe x yang sering terjadi cacat produk. Hasil penelitian menunjukkan, ada 9 (sembilan) jenis cacat produk pada lensa tipe x selama periode Desember 2019. Diantaranya: *Bubble, Mold Derty, Thicknes Out, Edge Problem, Crack, Rellease, Lint, Scratches dan Prishm*. Dari hasil perhitungan didapatkan rata-rata level sigma yaitu 5,3 dengan nilai rata-rata DPMO sebesar 242. Berdasarkan diagram pareto, perbaikan diprioritaskan pada 3 (tiga) jenis cacat yang paling dominan. Yaitu jenis defect *Bubble* dengan persentase cacat 52%, *Thicknes Out* 30% dan *Mold Derty* 10%. Kemudian dilakukan analisis sebab akibat menggunakan fishbone, diketahui bahwa faktor manusia, material, tools, mesin, lingkungan dan metode menjadi faktor penyebab terjadinya ketiga jenis cacat. Tahap improvement dilakukan usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H sebagai bentuk perbaikan dalam peningkatan kualitas.

**Kata kunci:** Cacat, Six Sigma, DMAIC

**Abstract.** [Quality Control Analysis of Product Defects in the Lens of Type X Using the Lean Six Sigma Concept with DMAIC]. One method to improve quality is *Lean Six Sigma* with the concept of DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). It is oriented that there will only be 3.4 product defects for every 1 million products produced. This study aims to improve the quality of lens products at PT. XYZ, especially x-type lenses where product defects often occur. The results showed that there were 9 (nine) types of product defects in type x lenses during the period of December 2019. Among them: *Bubble, Mold Derty, Thicknes Out, Edge Problem, Crack, Rellease, Lint, Scratches and Prishm*. From the calculation results, the average sigma level is 5.3 with an average DPMO value of 242. Based on the Pareto diagram, repairs are prioritized on the 3 (three) most dominant types of defects. Namely the *Bubble* defect with a defect percentage of 52%, *Thicknes Out* 30% and *Mold Derty* 10%. Then performed a cause and effect analysis using a fishbone, it is known that human factors, materials, tools, machines, environment and methods are the factors causing the three types of defects. The improvement stage is carried out with improvement proposals using the 5W + 1H method as a form of improvement in quality improvement.

**Keywords:** Defect, Six Sigma, DMAIC

### I. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai jenis lensa, khususnya lensa untuk kacamata *fashion*. Produk lensa yang dihasilkan merupakan lensa (produk jadi) yang siap didistribusikan pada berbagai perusahaan yang memproduksi kacamata, baik lokal, regional, maupun internasional. Dalam hal ini, PT. XYZ bertindak sebagai penyedia atau *supplier* lensa jadi untuk kembali dijual pada perusahaan lain yang memproduksi

kacamata. Sistem produksi yang dipakai oleh PT. XYZ adalah sistem *make to order*, yaitu sistem produksi yang dilakukan berdasarkan ada dan banyaknya pesanan yang masuk dari *customer*. Selain itu ada beberapa jenis produk lensa unggulan yang diproduksi secara *masal* atau *make to stock*.

PT. XYZ telah berkomitmen dalam membangun usaha berdasarkan pada peningkatan mutu dan keahlian sumber daya manusia yang berkesinambungan. Hal tersebut dibuktikan dengan berbagai sertifikasi dibidang kualitas yang telah diraih oleh PT. XYZ, salah satunya

sertifikasi dalam ISO 9001 tahun 2017, mengenai manajemen mutu. Namun meskipun begitu dalam proses produksinya tidak lepas dari adanya cacat produk. Karena PT. XYZ secara umum memproduksi dua tipe lensa yaitu lensa x atau lensa untuk kacamata yang dibagi menjadi dua tipe lainnya yaitu ada x1, dan x2. Sedangkan tipe y memiliki tiga jenis lensa berbeda yaitu y1,y2 dan y3. Pada periode 19 Desember 2020, tercatat terdapat 9 jenis cacat produk lensa *type x*.

Cacat atau *defect* adalah masalah yang dapat menurunkan hasil produk dan kepuasan serta kepercayaan pelanggan terhadap hasilnya. Selain itu dapat menambah biaya semakin tinggi (Handoko, 1984). Maka di dalam proses produksi juga harus memperhatikan kualitas agar kecacatan produk bisa diminimalisir. Hal ini dapat mengurangi pemborosan dari segi *material* ataupun biaya produksi lainnya (Purnomo, 2004). Maka biaya produk/*unit*nya dapat ditekan dan harga produk menjadi lebih kecil. Karena kualitas menjadi salah satu alat perusahaan dalam menghadapi kompetitor (Hakim, 2006; Wisnu, 2013). Selain itu diharapkan mampu menghasilkan produk yang berkualitas dengan harga yang terjangkau. Sehingga harus dilakukan pengendalian kualitas karena penerapan tersebut membuat konsumen yakin (Ariani, 2004). Bahwa kepuasan konsumen merupakan salah satu hal yang diperhatikan oleh perusahaan. Selanjutnya itu jika kepuasan konsumen tercapai maka loyalitas konsumen juga akan meningkat (Besterfield, 1998).

Peningkatan kinerja (kualitas) dapat dicapai dengan menggunakan proses *improvement*, yaitu aktivitas perusahaan untuk melakukan peningkatan proses yang dapat meningkatkan nilai tambah. Hal ini dikarenakan dengan melakukan proses *improvement*, diharapkan perusahaan dapat memenuhi keinginan pelanggan (Gasperz, 1998). Sedangkan perusahaan dapat dikatakan berkualitas jika perusahaan tersebut mempunyai sistem produksi yang baik dengan proses yang terkendali (Feingenbaum, 1992). Melalui pengendalian kualitas (*quality control*) diharapkan bahwa perusahaan dapat meningkatkan efektifitas pengendalian dalam mencegah terjadinya produk cacat (*defect prevention*) (Montgomery, 2009). Sehingga dapat menekan terjadinya pemborosan dari segi *material* atau tenaga kerja yang akhirnya dapat meningkatkan produktifitas. Salah satu metode pengendalian kualitas adalah metode *lean six sigma*. Maka dari itu penelitian ini bertujuan menganalisis strategi guna mengurangi tingkat kecacatan pada produk lensa tipe x di PT. XYZ dengan menggunakan metode *lean six sigma* dengan pendekatan konsep DMAIC.

DMAIC merupakan suatu metode dalam pengukuran nilai *sigma* yang terdiri dari *define, measure, analysis, improve* dan *control*. Berikut merupakan langkah-langkah metode DMAIC (Gasperz, 1998):

1. *Define* merupakan langkah awal dalam peningkatan kualitas dimulai dari masalah yang diidentifikasi.

2. *Measure* merupakan aktivitas pengukuran proses sebelumnya (pengukuran dasar), yang bertujuan untuk mengevaluasi berdasarkan *goals* yang telah ada. Pengukuran tingkat kecacatan sampai tingkat *sigmanya*.
3. *Analyze* merupakan tahap yang dilakukan identifikasi akar penyebab masalah dengan berdasarkan analisa data. Dapat menggunakan *tools diagram pareto* dan *fishbone*.
4. *Improve* merupakan tahap penyusunan rekomendasi tindakan secara umum dalam upaya menekan tingkat kecacatan produk.
5. *Control* merupakan tahap terakhir yang dilakukan dalam peningkatan kualitas menggunakan DMAIC. Langkah terakhir ini bertujuan untuk melakukan *control* dalam setiap kegiatan. Sehingga memperoleh hasil yang baik dan dapat mengurangi waktu, masalah dan biaya yang tidak dibutuhkan

Penelitian yang dilakukan oleh Erni Krisnaningsih dan Fadli Hadi: Berdasarkan hasil dari identifikasi sumber terjadinya dari cacat yang terjadi dikarenakan faktor manusia, metode, *material* dan *tools*. Dari perhitungan tingkat *sigma* dan DPMO didapatkan hasil rata-rata *levelsigma* yaitu 3,92 dengan nilai DPMO 13166,43. Berdasarkan *Pareto Diagram*, perbaikan difokuskan pada 3 jenis cacat yang terjadi dengan persentase masalah yang harus dituntaskan 80% sesuai hukum *pareto* yaitu *Sagging* dengan persentase (38,16%), *Orange Peel* dengan persentase (25,65%) dan *Low DFT* dengan persentase (19,06%). Ketiga cacat tersebut di analisis menggunakan *FishboneDiagram* untuk menggambarkan penyebab terjadinya cacat. Pada tahap *Improve* (perbaikan) dilakukan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H sebagai metode untuk pertimbangan perusahaan dalam menerapkan kualitas yang lebih baik dengan dibantu alat statistik untuk mempermudah dalam tahap pengontrolan. Diusahakan perusahaan dapat melakukan penerapan *Six Sigma* dengan tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*) kedepannya untuk meningkatkan kualitas dengan harapan yaitu tidak terjadinya cacat atau *zero defect* yang bermanfaat bagi kondisi ideal perusahaan (Krisnaningsih & Hadi, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Sri Murni Fitria dan Novita: Dalam penelitian ini diketahui bahwa perusahaan yang menjadi objek penelitian tersebut sangat tidak kompetitif karena berada pada *level sigma* 2.7 dengan nilai DPMO sebesar 106.416,66 (Fitria & Novita, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses produksi yang dilakukan masih banyak produk yang tidak sesuai dengan keinginan konsumen. Ada beberapa usulan perbaikan serta pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pengendalian hasil (*result control*), pengendalian tindakan (*action control*), pengendalian *personel* (*personel control*) dan pengendalian budaya (*culture control*) (Fitria & Novita, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Asep Ridwan, Faula Arina dan Ardi Permana: Tingkat kemampuan *sigma* yang didapat dalam proses produksi *dunnage* di

PT. XYZ sebesar 3,22 dengan nilai DPMO 46231,89 dalam kategori baik untuk rata-rata Industri Indonesia. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *defect* dengan *fishbone diagram*. Usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H, pendekatan 5S, dan pembuatan tanda bantu dan tabel *form* dalam pendekatan 5S. Dengan rancangan *process activity mapping* (PAM) dan *value stream mapping*, efisiensi proses produksi *dunnage* bisa meningkat dari 96,85% menjadi 97,75% (Ridwan, Arina, & Permana, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Somadi: Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa jenis keterlambatan yang sering terjadi yakni keterlambatan pengiriman barang. Keterlambatan pengiriman barang disebabkan oleh *over* pekerjaan yang mengakibatkan penundaan rencana *stuffing*, staf yang kurang fokus mengakibatkan kesalahan dalam menginformasikan *shipping instruction* kepada EMKL, terlambat mendapat informasi *stock* harian gudang sehingga terlambat *booking* kapal, tidak menginformasikan ulang kepada EMKL atas ketersediaan *trucking* yang dipesan sehingga kekurangan armada *trucking* dan menumpuknya dokumen di ruang kerja (Somadi, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Agus Purwanto dan kawan-kawan: *Based on the result of this study, it is concluded that the application of six sigma has a significant effect on the performance of the pharmaceutical industry. The application of six sigma through the DMIC steps, namely determine, measure, improve and control will encourage increased performance of the pharmacy industry* (Purwanto, et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Faris Ghiyats, Fadila Marga Sty dan Dewi Riniarti: Rata-rata pencapaian persentase *defect* tiap bulan sebesar 0,07% belum mampu mencapai *target* yang ditentukan perusahaan sebesar 0,03%. Tingkat sigma rata-rata per bulan (5,04) dikategorikan ke dalam tingkatan kualitas rata-rata industri USA. Nilai kapabilitas (Cp) = 1,67 artinya sangat baik sedangkan indeks kapabilitas (Cpk) = 1,198 artinya kemampuan proses berkaitan CTQ tersebut perusahaan telah cukup mampu dan perlu upaya yang giat untuk peningkatan kualitas menuju *target* yang diinginkan. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan pada produksi sebab-akibat adalah mesin dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN 105) (Ghiyats, Sty, & Riniarti, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Selly Apriani Lestari, Chriswardani Suryawati dan J. Sugiarto: Rata-rata lama waktu pelayanan yang diterima oleh pasien dari saat pasien datang sampai pasien menerima obat adalah 199.4 menit untuk pasien umum dan 408.4 menit untuk pasien BPJS. Selama proses pelayanan poli klinik di RSUD Dr. Soeratto Gemolong *waste* yang terjadi adalah *waiting, overprocessing, overproduction, inventory, motion, transportation* dan *human potential*. Penelitian ini membuktikan penerapan prinsip, alat,

dan metode *lean* dapat mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* di pelayanan rawat jalan, mempersingkat prosedur di semua *unit* pelayanan rawat jalan sehingga menurunkan waktu tunggu, meningkatkan kualitas pelayanan dan meningkatkan kepuasan kerja petugas dan kepuasan pasien (Lestari, Suryawati, & Sugiarto, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Poppy Rahayu dan Merita Bernik: Berdasarkan perhitungan di peroleh nilai *defect per million opportunity* (DPMO) sebesar 3603,64 dan nilai *sigma* sebesar 4,18. Pada tahap *define* digunakan *diagram pareto* untuk mengetahui jumlah dan jenis kecacatan, tahap *measure* menggunakan *control P-chart* untuk mengetahui kecacatan produk masih dalam batas yang diisyaratkan, tahap *analyze* menggunakan *fishbone diagram* untuk mengetahui faktor penyebab terjadi kecacatan, penggunaan *process decision program chart* untuk pemetaan usulan perbaikan pada tahap *improve*, tahap *control* menghitung nilai *sigma* produk dan menyusun *flowchart* proses produksi (Rahayu & Bernik, 2020).

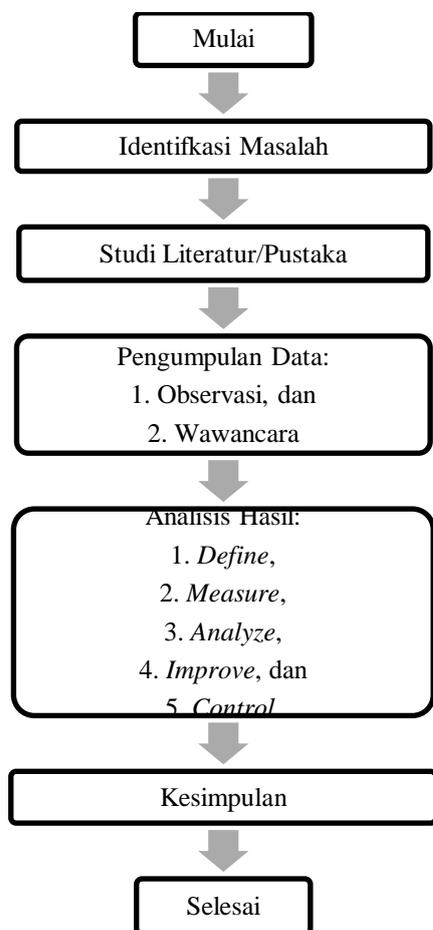
Penelitian yang dilakukan oleh Reni Dwi Astuti dan Lathifurrahman: Penyebab kecacatan produk dianalisis dengan *fish-boned diagram*. Lebih lanjut, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk merancang usulan perbaikan. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya Pemborosan pada *transportation, motion, waiting, overprocessing* dan *defect*. Usulan perbaikan dilakukan dengan penggabungan stasiun penimbangan dan stasiun pemeriksaan. Sehingga memberikan estimasi peningkatan efisiensi dari 39.1% menjadi 46.69% (Astuti & Lathifurrahman, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Khusnun Nabila dan Rochmoeljati: Sehingga diperoleh DPMO rata-rata sebesar 17.531,93 dengan nilai *sigma* sebesar 3,61. Dari hasil DPMO dan nilai *sigma* tersebut dapat diketahui ada lima jenis *factor* yang mempengaruhi kecacatan, yaitu faktor *man, milieu, machine, method* dan *materials*. Berdasarkan pemasalahan di setiap *factor* maka dilakukan *continues improvement* dengan metode *Kaizen Five M checklist* dan *Five Step Plan* atau 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke*) yang digunakan rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan kelima faktor penyebab *defect* tersebut (Nabila & Rochmoeljati, 2020).

Tahapan *measure* pada penelitian ini dilakukan dengan langkah: (1) menghitung *defect/unit* (DPU), (2) menghitung *total opportunitiest* (TOP), (3) menghitung *defect/opportunitiest* (DPO), (4) menghitung *defect/million opportunitiest* (DPMO) dan (5) menghitung tingkat *sigma*. Sehingga dapat diketahui proporsi tingkat kecacatan secara menyeluruh, mulai dari tingkat cacat/*unit*, total cacat sampai dengan tingkat *sigma*. Tahap *improvement* dirumuskan menggunakan metode 5W+1H. Sehingga usulan perbaikan dapat difokuskan pada sebab kecacatan tersebut muncul. Maka dapat dikaji bentuk pencegahan agar penyebab cacat tersebut tidak terjadi kembali, atau setidaknya dapat dikendalikan.

## II. Bahan dan Metode

Penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi masalah yang terjadi di PT. XYZ. Lalu setelah itu dilanjutkan dengan studi literatur dari beberapa jurnal penelitian terdahulu. Hal tersebut berguna untuk mencari referensi penelitian serta pembuatan *literature review*. Selanjutnya dilakukan pengambilan data, dengan cara wawancara langsung kepada pihak dari perusahaan mengenai temuan masalah yang terjadi. Lalu dilanjutkan dengan pengolahan data dengan menggunakan metode *six sigma* (DMAIC). Tahap *define* dilakukan dengan mengidentifikasi masalah cacat produk lensa tipe x. Lalu tahap *measure* dilakukan dengan perhitungan dan analisis produk cacat lensa tipe x. Tahap *analyze* dilakukan dengan membuat *diagram pareto* yang digunakan untuk mengetahui tingkat atau persentase cacat tertinggi dari produk lensa tipe x. Selain itu untuk mengetahui sebab akibat terjadinya kecacatan produk dilakukan analisa menggunakan *fishbone* diagram. Tahap *improve* merupakan usulan perbaikan untuk meminimalisir cacat produk dengan harapan dapat terwujudnya *zero defect* dengan menggunakan *tools 5W+1H*. Tahap *control* adalah pengecekan secara terus-menerus agar tujuan kualitas tersebut dapat tercapai. Alur penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 1. di bawah ini:



**Gambar 1.** Alur Penelitian Penerapan *Lean Six Sigma* dengan Konsep DMAIC

## III. Hasil dan Pembahasan

Proses produksi lensa x di PT. XYZ dapat dilihat dalam bagan di bawah ini:

1. Pembuatan IR merupakan tahap atau bagian alur produksi yang memproduksi bagian cairan resin yang digunakan sebagai bahan utama dari lensa. Tahap ini sendiri terdiri dari beberapa proses atau tahapan tersendiri sampai menjadi resin yang siap dimasukan pada cetakan lensanya (*mold*).
2. Pembuatan gasket merupakan sebuah pengikat antara *Mold* (cetakan lensa) yang terbuat dari berbagai macam bahan plastik yang elastis. Gasket sendiri sangat berpengaruh dalam menentukan kualitas lensa yang dihasilkan baik atau tidak. Karenanya gasket haruslah selalu lentur dan mampu merekatkan kedua *mold* yang mencetak cairan resin agar menjadi lensa. Maka dari itu, jika gasket tersebut mengalami masalah atau bocor maka bisa dipastikan lensa yang dihasilkan akan *reject*.
3. Pembuatan *mold* merupakan media yang digunakan untuk mencetak lensa, bisa dikatakan *mold* merupakan cetakannya lensa. Sehingga posisi *mold* tentu sangat berperan krusial dalam proses pembuatan lensa ini. *Mold* yang digunakan merupakan sebuah *mold* yang sengaja di *order* dari *supplier* untuk selanjutnya dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi *mold* yang digunakan dalam produksi lensa di PT. XYZ. Selanjutnya proses perakitan *mold* menggunakan gasket.
4. Proses *filling*, proses *curing*, *lenspick* dan pemeriksaan yaitu proses memasukan cairan resin (IR) yang sudah siap kedalam *mold* yang sudah dipasang karet perekat (gasket). Lalu setelah proses *filling*, masuk ketahap perebusan lensa *mold* yang sudah terisi resin tersebut, dan prosesnya dinamakan *curing*. Setelah itu proses *curing* selesai maka masuk ke tahap *lenspick* yaitu proses membuka cetakan (*mold*) untuk diambil lensa yang sudah jadi. Baru setelahnya masuk ketahap QC atau pemeriksaan. Pembuatan cairan lapisan anti-radiasi, lalu pelapisan cairan ar pada lensa jadi.

Pengolahan data akan dilakukan menggunakan metode *lean six sigma* dengan pendekatan DMAIC sebagai berikut:

1. *Define*

**Tabel 1.** Jenis Cacat Produk Lensa Tipe X

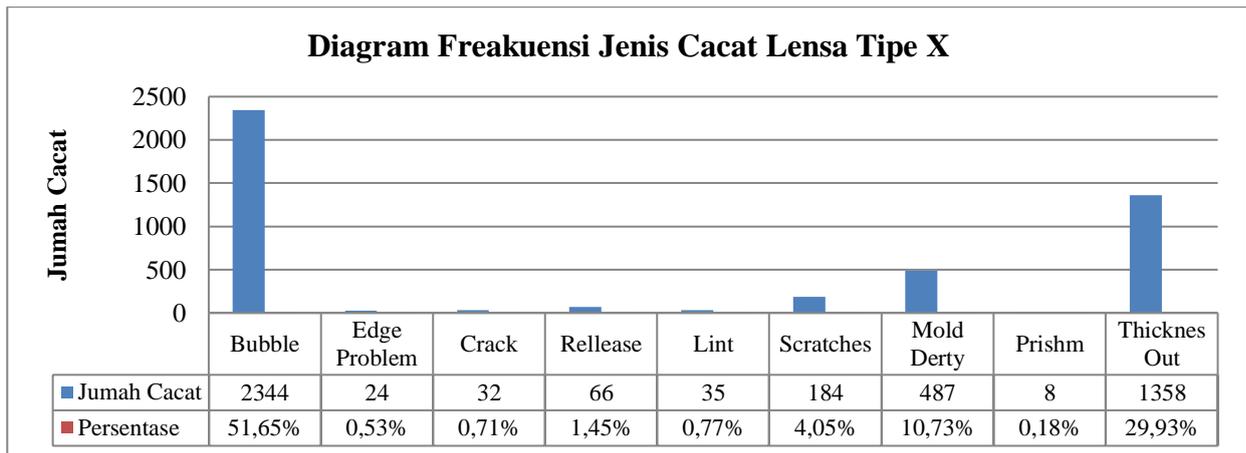
Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Unit)	Jumlah Produksi
<i>Bubble</i>	2344	
<i>Edge Problem</i>	24	
<i>Crack</i>	32	
<i>Rellease</i>	66	
<i>Lin</i>	35	231728
<i>Scratches</i>	184	
<i>Mold Derty</i>	487	
<i>Prishm</i>	8	
<i>Thickness Out</i>	1358	
Jumlah	4538	

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan di analisis. Selama kurun waktu Desember 2019, terdapat 9 jenis *defect* pada produksi lensa tipe x.

Pada Tabel 1 menyatakan ada 9 jenis cacat yang terjadi pada saat produksi lensa tipe x. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase setiap jenis cacatnya, seperti contoh perhitungan jenis cacat *bubble* di bawah ini:

$$\frac{\text{Jumlah Cacat Bubble(Unit)}}{\text{Jumlah Cacat}} = \frac{2344}{4538} \times 100\% = 51,65$$

Selanjutnya hitung persentase jenis cacat lainnya sampai diketahui setiap nilai persentasenya, dan akumulasi persentase setiap jenis cacat secara lengkap. Secara lengkap dapat dilihat dalam gambar 2 yang menunjukkan frekuensi masing-masing cacat terhadap total cacat. Seperti pada Gambar 2. di bawah ini:



Gambar 2. Diagram Frekuensi Jenis Cacat Lensa Tipe X

Terlihat dalam Gambar 2. di atas berdasarkan hasil perhitungan persentase produk cacat dengan jumlah produksi dari masing-masing *defect* produk lensa x. Memiliki persentase rata-rata pada jenis *bubble* 51,65%, *edge problem* 0,53%, *crack* 0,71%, *rell ease* 1,45%, *lint* 0,77%, *scratches* 4,05%, *moldderty* 10,73%, *prishm* 0,18%, *thicknes out* 29,93%.

2. Measure

Proses perhitungan menggunakan metode *lean six sigma* seperti di bawah ini:

a. Perhitungan Nilai *Defect/Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat (D)}}{\text{Total Produksi}} \quad (1)$$

Contoh perhitungan DPU dari jenis cacat *bubble* seperti di bawah ini:

$$DPU \text{ Bubble} = \frac{2344}{231728} = 0,010115$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Defect/Unit* Lensa Tipe X

No	Jenis Cacat	DPU
1	Bubble	0,010115
2	Edge Problem	0,000104
3	Crack	0,000138
4	Rell ease	0,000285
5	Lin	0,000151
6	Scratches	0,000794
7	Mold Derty	0,002102
8	Prishm	0,000035
9	Thickness Out	0,005860

Lalu hitung DPU jenis cacat lain seperti contoh DPU *bubble* di atas. Akumulasi perhitungan nilai *defect/unit* (DPU) dapat dilihat dalam Tabel 2.

b. Menentukan *Total Opportunitiest* (TOP)

$$TOP = \text{Total Produk} \times \text{Jumlah Cacat (CTQ)} \quad (2)$$

*Opportunitiest* adalah banyaknya kesempatan yang dapat mengakibatkan cacat berdasarkan proses produksi lensa type x terdapat 9 langkah proses produksi, termasuk perakitannya diantaranya: Pembuatan Cairan Resin, Proses pembuatan Mold, Proses Pembuatan Gasket, Proses Perakitan Mold menggunakan Gasket, Proses *Filling*, Proses *Curring*, Proses *Lenspick*, Proses Pembuatan cairan Ar (Anti Radiasi), penyemprotan cairan Anti Radiasi pada Lensa jadi Sehingga rumus TOP menjadi:

$$TOP = \text{Total Produk} \times \text{Opportunitiest}$$

$$TOP = 231728 \times 9 = 2085552$$

c. Perhitungan Nilai *Defect/Opportunitiest* (DPO)

$$DPO = \frac{\text{Total Produk Cacat (D)}}{TOP} \quad (3)$$

Contoh perhitungan jenis *defectbubble* seperti di bawah ini:

$$DPO = \frac{2344}{2085552} = 0,001124$$

Selanjutnya hitung DPO semua jenis *defect* seperti perhitungan di atas, dan akumulasi perhitungan semua jenis *defect* dapat dilihat dalam Tabel 3. di bawah ini:

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan *Defect/Opportunities* Lensa Tipe X

No	Jenis Cacat	DPO
1	Bubble	0,001124
2	Edge Problem	0,000012
3	Crack	0,000015
4	Rellease	0,000032
5	Lin	0,000017
6	Scratches	0,000088
7	Mold Derty	0,000234
8	Prishm	0,000004
9	Thickness Out	0,00651

d. Perhitungan *Defect/Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (4)$$

Contoh perhitungan DPMO *defect* jenis *bubble* seperti di bawah ini:

$$DPMO = 0,001124 \times 1.000.000 = 1124$$

Selanjutnya hitung DPMO semua jenis *defect* seperti perhitungan di atas, dan akumulasi perhitungan semua jenis *defect* dapat dilihat dalam Tabel 4. di bawah ini:

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan *Defect/Million Opportunities* Lensa Tipe X

No	Jenis Cacat	DPMO
1	Bubble	1124
2	Edge Problem	12
3	Crack	15
4	Rellease	32
5	Lin	17
6	Scratches	88
7	Mold Derty	234
8	Prishm	4
9	Thickness Out	651

e. Perhitungan Tingkat *Sigma*

$$T. Sigma = Normsinv \left( 1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (5)$$

Contoh perhitungan tingkat *sigmadefect* jenis *bubble* seperti di bawah ini:

$$T. Sigma = Normsinv \left( 1 - \frac{1124}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$T. Sigma Bubble = 4,555368$$

Selanjutnya hitung tingkat *sigma* semua jenis *defect* seperti perhitungan di atas, dan akumulasi perhitungan semua jenis *defect* dapat dilihat dalam Tabel 5. di bawah ini:

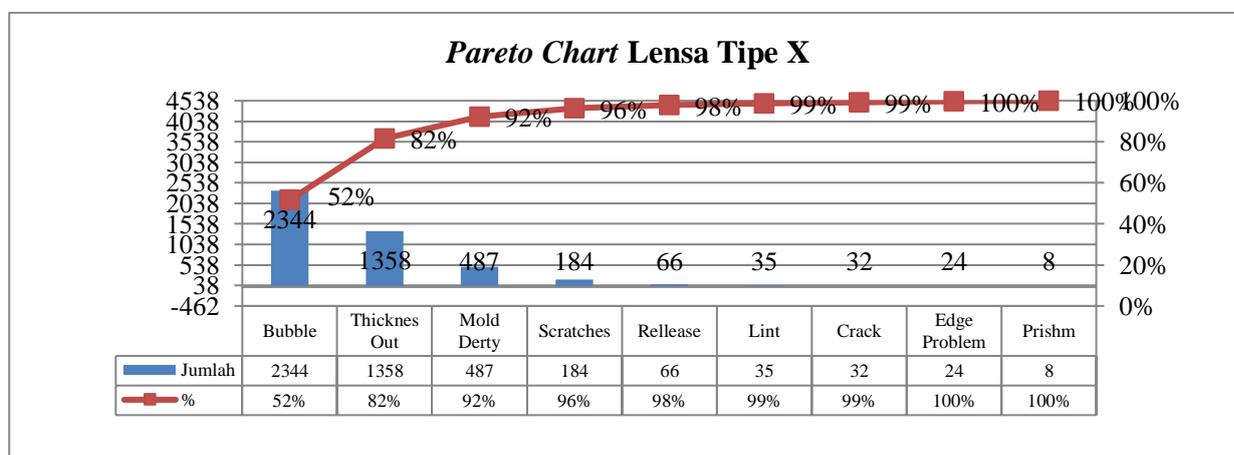
**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Tingkat *Sigma* Lensa Tipe X

No	Jenis Cacat	Tingkat <i>Sigma</i>
1	Bubble	4,555368
2	Edge Problem	5,733429
3	Crack	5,668305
4	Rellease	5,500186
5	Lin	5,647829
6	Scratches	5,250543
7	Mold Derty	4,998991
8	Prishm	5,974143
9	Thickness Out	4,715474

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa perusahaan sudah cukup baik dalam penanganan tingkat kecacatan. Hal ini berdasarkan nilai *sigma* yang mendekati 6 (dalam artian hampir *zero defect* pada jenis cacatnya). Akan tetapi dapat terlihat dalam Tabel 5. di atas bahwa kecacatan produk lensa tipe x masih terjadi. Maka perbaikan serta pengendalian kualitas harus selalu dilakukan agar harapan perusahaan mengenai *zero defect* bisa terjadi.

3. *Analyze*

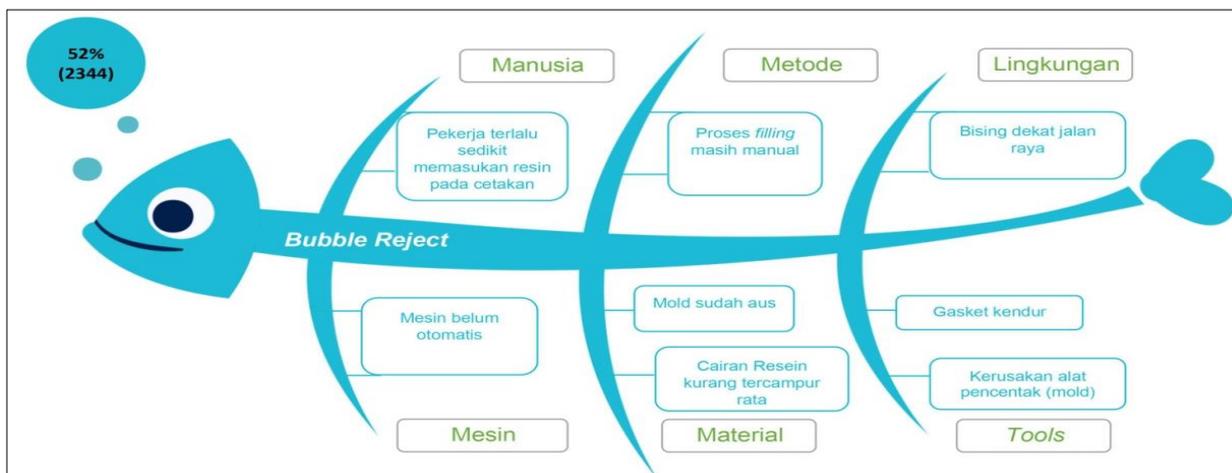
Analisis dalam metode *lean six sigma* menggunakan *diagram pareto* dan *fishbone*. Untuk *diagram pareto* Seperti pada Gambar 3. di bawah ini:



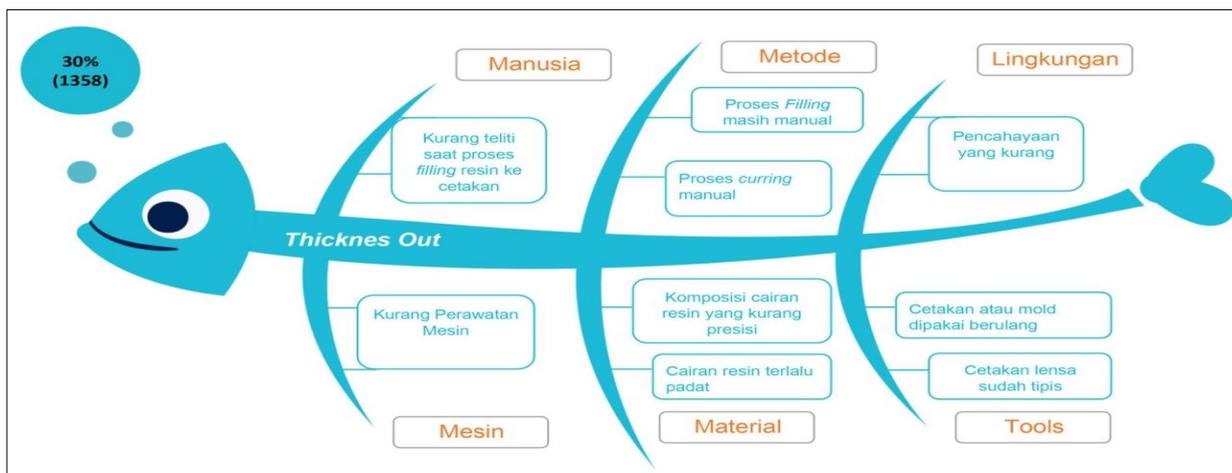
**Gambar 3.** *Pareto Chart* Lensa Tipe X

Berdasarkan *diagram pareto* seperti Gambar 3. di atas, terlihat bahwa ada 3 jenis *defect* dengan nilai cacat paling tinggi (dominan). Yaitu jenis *defect bubble* dengan persentase cacat 52%, *thicknes out* 30% dan *mold derty* 10%. Maka berdasarkan *diagram pareto* langkah perbaikan akan diprioritaskan pada 3

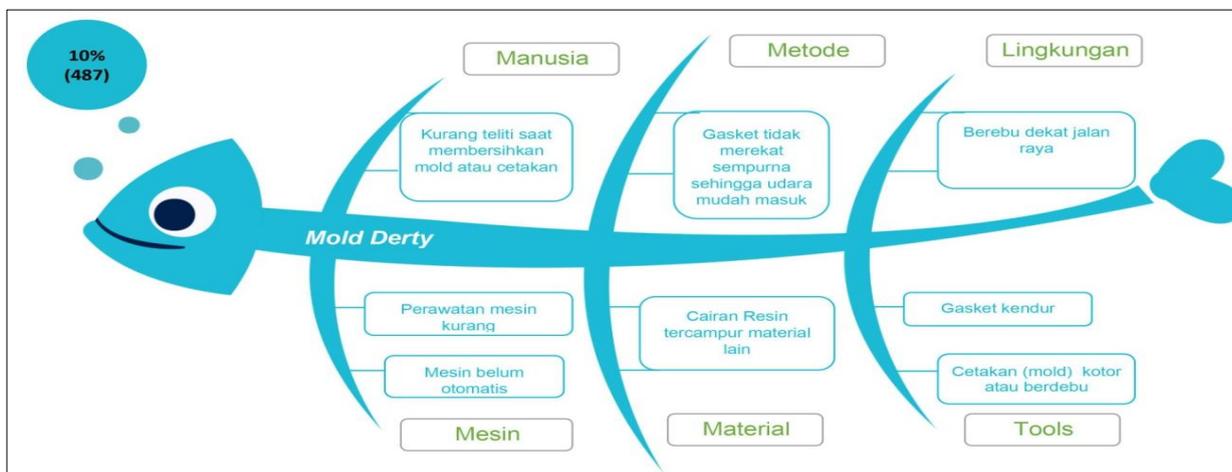
jenis cacat yang paling dominan tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis sebab akibat dari kemungkinan terjadinya *defect* pada ketiga jenis cacat prioritas tersebut dengan menggunakan *diagram fishbone*. Seperti pada Gambar 4. 5. dan 6. di bawah ini:



Gambar 4. Diagram Fishbone Bubble Defect



Gambar 5. Diagram Fishbone Thicknes Out Defect



Gambar 6. Diagram Fishbone Mold Derty Defect

4. *Improve*

Pada tahap perbaikan dilakukan analisis perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H, seperti Tabel 6. di bawah ini:

**Tabel 6.** 5W+1H Lensa Tipe X

<b>Waktu Terjadi (When)</b>	<b>Defect Terjadi (What)</b>	<b>Terjadinya Defect (Where)</b>	<b>Penyebab (Why)</b>		<b>Penanggung Jawab (Who)</b>	<b>Perbaikan (How)</b>
			<b>Faktor Penyebab</b>	<b>Penyebab</b>		
Saat berlangsung proses produksi	<i>Bubble</i>	Terjadi saat proses <i>filling</i>	Manusia	Pekerja selalu sedikit memasukan resin pada saat proses <i>filling</i> pada cetakan	Pekerja bagian proses <i>filling</i> dan QC	Sebaiknya pekerja memastikan setiap takaran proses <i>filling</i> sesuai SOP
			Mesin	Mesin proses <i>filling</i> masih beban otomatis	Pihak manajemen	Sebaiknya pihak manajemen membeli (menambahkan) mesin yang memiliki sensor, untuk memastikan cetakan ( <i>mold</i> ) berjalan dengan baik
			Metode	Proses <i>filling</i> masih manual	Pihak manajemen dan QA	Sebaiknya pihak manajemen dan QA <i>improve</i> metode proses <i>filling</i> , misal dengan kombinasi alat otomatis
			<i>Material</i>	<i>Mold</i> sudah kering dan cairan resin kurang tercampur rata	Pihak departemen <i>mold shop</i> dan <i>purchase</i> serta pekerja bagian laboratorium resin, QA	Sebaiknya <i>mold</i> digunakan untuk sekali pakai, dan ada pengecekan berkala di laboratorium saat proses pembuatan cairan resin
			Lingkungan	Bising dekat dengan jalan raya	Departemen K3	Menambahkan atribut K3, yang mampu meredam kebisingan, serta memastikan pekerja mematuhi
			<i>Tools</i>	Gasket kendur, dan kerusakan alat pencetak ( <i>mold</i> )	<i>Maintenance</i> , QC	Gasket sebaiknya digunakan untuk sekali pakai, begitu dengan <i>mold</i> dan ada

pengecekan QC sebelum melakukan produksi.

Waktu Terjadi (When)	Defect Terjadi (What)	Terjadinya Defect (Where)	Penyebab (Why)	Penanggung Jawab (Who)	Perbaikan (How)	Waktu Terjadi (When)
Saat berlangsung proses produksi	<i>Thickes Out</i>	Terjadi pada proses pemilihan <i> mold</i> , <i> curing</i> dan <i> filing</i>	Manusia	Kurang teliti saat proses <i> filling</i> resin ke QC	Pekerja bagian proses <i> filling</i> dan QC	Sebaiknya pekerja memastikan setiap takaran proses <i> filling</i> sesuai SOP dan QC selalu melakukan pengecekan berkala
			Mesin	Departemen <i> Maintenance</i>	Departemen <i> Maintenance</i>	Sebaiknya pengecekan dilakukan dalam kurun waktu yang tidak lama dan lebih baik secara berkala
			Metode	Proses <i> filling</i> masih manual, dan proses <i> curring</i> manual	Manajemen dan QA	Sebaiknya pihak manajemen dan QA <i> mengimprove</i> metode proses <i> filling</i> dan <i> curring</i> , misal dengan kombinasi alat yang otomatis
			<i> Material</i>	Komposisi cairan resin yang kurang presisi, dan cairan resin terlalu padat (kental)	Pekerja bagian proses resin dan QC	Sebaiknya pekerja dan QC memastikan setiap komposisi <i> material</i> yang digunakan sebelum melakukan proses produksi
			Lingkungan	Pencahayaan yang kurang	Departemen K3	Sebaiknya ada pencahayaan tanpa mengganggu kondisi SOP suhu dan ruang, mungkin dapat menambahkan sensor yang otomatis
			<i> Tools</i>	Cetakan yang dipakai berulang, dan	Departemen QC	Mengecek cetakan sebelum proses produksi

cetakan lensa sudah tipis						
Saat berlangsung proses produksi	<i>Mold Derty</i>	Terjadi pada proses pembuatan resin, dan proses <i>filling</i>	Manusia	Kurang teliti saat membersihkan <i>mold</i> (cetakan)	Pekerja bagian <i>mold shop</i>	Sebaiknya pekerja membersihkan cetakan dengan berulang
Waktu Terjadi ( <i>When</i> )	Defect Terjadi ( <i>What</i> )	Terjadinya Defect ( <i>Where</i> )	Penyebab ( <i>Why</i> )	Penanggung Jawab ( <i>Who</i> )	Perbaikan ( <i>How</i> )	Waktu Terjadi ( <i>When</i> )
			Mesin	Perawatan mesin kurang, serta mesin belum otomatis	Departemen <i>maintenance</i> dan pihak manajemen	Sebaiknya pengecekan dilakukan dalam kurun waktu yang tidak lama, dan manajemen <i>improve</i> penggunaan mesin
			Metode	Gasket tidak melekat sempurna sehingga udara mudah masuk	Departemen QA	Sebaiknya QA memastikan SOP yang tepat agar gasket yang dipakai selalu melekat sempurna ke bagian tertentu
			<i>Material</i>	Cairan resin tercampur dengan <i>material</i> lain	Pekerja bagian proses resin dan QC	Sebaiknya pada saat proses produksi resin ruangan dalam kondisi steril, dan dalam keadaan tertutup
			Lingkungan	Berdebu dekat jalan raya	Departemen K3	Sebaiknya memastikan setiap pekerja di proses resin taat akan SOP, dan memasang pembersih atau penyaring ruangan otomatis
			<i>Tools</i>	Gasket kendur, cetakan kotor atau berdebu	Pekerja <i>mold shop</i> , serta QC	Mengganti atau membuang gasket yang sudah kendur, dan membersihkan cetakan sebelum dan sesudah digunakan

5. Control

Tahap *control* dijelaskan dalam bentuk masukan untuk perusahaan seperti yang tertera pada

tabel 5W+1H. Sehingga setidaknya dapat membantu perusahaan dalam melakukan pengendalian kualitas. Setelah dilakukan perbaikan maka perusahaan masih perlu melakukan pengendalian kualitas secara terus menerus. Seperti melakukan pengecekan perbaikan secara *continuous* yang meliputi:

- a. Melakukan perawatan mesin dan alat pembuatan lensa secara berkala, sebagai bentuk pencegahan produk cacat.
- b. Melakukan pencatatan produk cacat setiap harinya apabila ada.
- c. Melakukan pengawasan bahan baku pembuatan lensa

Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Safrizal & Muhajir, 2016) yang mana pada tahap *control* menekankan pada tahap pendokumentasian dari tindakan.

#### IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, diketahui bahwa ada 9 jenis cacat (*defect*) dari produk lensa tipe x diantaranya: *bubble, mold derty, thicknes out, edge problem, crack, rellease, lint, scratches*, dan *prishm*. Dari hasil perhitungan didapatkan rata-rata *level sigma* yaitu 5,3 dengan nilai rata-rata DPMO sebesar 242. Berdasarkan *diagram pareto*, perbaikan diprioritaskan pada 3 (tiga) jenis cacat yang paling dominan. Yaitu jenis *defect Bubble* dengan persentase cacat 52%, *Thicknes Out* 30% dan *Mold Derty* 10%. Kemudian dilakukan analisis sebab akibat menggunakan *fishbone*, diketahui bahwa faktor manusia, *material, tools*, mesin, lingkungan dan metode menjadi faktor penyebab terjadinya ketiga jenis cacat.

Langkah perbaikan selanjutnya dapat dilakukan dengan menerapkan rekomendasi pada analisis metode 5W+1H. Hal ini berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa perusahaan sudah cukup baik dalam penanganan tingkat kecacatan. Dikarenakan nilai *sigma* yang mendekati 6 (dalam artian hampir *zero defect* pada jenis kecacatan). Selain itu dalam jenis cacat tertentu tingkat kecacatannya masih cukup tinggi dengan tingkat *sigma* yang rendah. Maka perbaikan serta pengendalian kualitas harus selalu dilakukan agar harapan perusahaan mengenai *zero defect* bisa terjadi. Sejalan dengan jurnal (Kabir et al., 2013) yang mengatakan bahwa *six sigma is a statistical measurement of only 3.4 defects per million*.

#### Daftar Pustaka

Ariani, D. W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Andi Offset.  
Astuti, R. D., & Lathifurahman. (2020). Aplikasi Lean Six-Sigma untuk Mengurangi

Pemborosan di Bagian Packaging Semen. *Jurnal Teknik Industri*, 44-52.

- Besterfield, D. H. (1998). *Quality Control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.  
Feingenbaum, A. V. (1992). Total Quality Control. In K. H., *Kendali Mutu Terpadu* (pp. 50-62). Jakarta: Erlangga.  
Fitria, S. M., & Novita. (2020). Six Sigm sebagai Strategi Bisnis dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk. *Jurnal Akuntansi Terapan Indonesia*, 1-14.  
Gasperz, V. (1998). *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.  
Ghiyats, F., Sty, F. M., & Riniarti, D. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas dalam Upaya Meminimalisasi Tingkat Kerusakan Gula Rafinasi. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 69-83.  
Hakim, A. N. (2006). *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.  
Handoko, T. H. (1984). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE.  
Kabir, E., Bobby, S. M. M. I., & Lutfi, M. (2013). *Productivity Improvement by using Six-Sigma*. 3(12), 56–84.  
Krisnaningsih, E., & Hadi, F. (2020). Strategi Mengurangi Produk Cacat pada Pengecatan Boiler Steel Structure dengan Metode Six Sigma di PT. Cigading Habeam Center. *Jurnal InTent*, 11-24.  
Lestari, S. A., Suryawati, C., & Sugiarto, J. (2020). Analisis Waste dengan Model Lean Hospital pada Pelayanan Poli Rawat Jalan. *Jurnal Kesehatan*, 16-25.  
Montgomery, D. C. (2009). *Statistical Quality Control: A Modern Introduction*. United States: Jhon Wiley and Sons, Inc.  
Nabila, K., & Rochmoeljati. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma dan Perbaikan dengan Kaizen (Studi Kasus: PT. XYZ). *Juminten: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, 116-127.  
Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.  
Purwanto, A., Mirawati, S. M., Arthawati, S. N., Radyawanto, A. S., Rusdianto, B., Haris, M., . . . Yunanto, D. A. (2020). Lean Six Sigma Model for Pharmacy Manufacturing: Yesterday, Today and Tomorrow. *Sys Rev Pharm: A Multifaceted Review Journal in the Field of Pharmacy*, 304-313.  
Rahayu, P., & Bernik, M. (2020). Peningkatan Penedalihan Kualitas Produk Roti dengan Metode Six Sigma Menggunakan New & Old 7 Tools. *Jurnal Bisnis & Kewirausahaan*, 128-136.  
Ridwan, A., Arina, F., & Permana, A. (2020). Peningkatan Kualitas dan Efisiensi pada Proses Produksi Dunnage Menggunakan Metode Lean

- Six Sigma (Studi Kasus di PT. XYZ). *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 186-199.
- Safrizal, & Muhajir. (2016). *Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma*. 5(2).
- Somadi. (2020). Evaluasi Keterlambatan Pengiriman Barang dengan Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal Logistik Indonesia*, 81-93.
- Wisnu, A. P. (2013). *Quality Control: Panduan Penerapan Teknis*. Bekasi: Wishnu AP & Partners.