

Implementation of Lean Six Sigma in an Effort to Reduce the Failure of the Pipe Quality Load Test

Implementasi Lean Six Sigma Dalam Upaya Mengurangi Kegagalan Uji Beban Kualitas Pipa

Mochamad Waras¹, Wiwik Sulistyowati²,
mochamadwaras80@gmail.com¹, wiwik@umsida.ac.id²

Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *PT WTUR is a manufacturing whose production is PVC pipe. As a measure to improve quality and optimize work processes in the quality control department. The research aims to minimize the occurrence of impact test failures and provide recommendations for improvement so as to guarantee product quality and generate a sense of satisfaction obtained from consumers. The method used in this research is the lean six sigma method. The purpose of using the lean six sigma method is to reduce waste and determine the causes of the failure of the impact test results. In applying the lean six sigma method, the analysis method is used to determine the causative factors of the root cause using the fishbone diagram and root cause analysis (RCA) and to find out the steps for improvement in reducing the occurrence of load test failures on pipe quality using the failure mode and effect analysis (FMEA).*

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); Lean Six Sigma; Root Cause Analysis (RCA).*

Abstrak. *PT WTUR merupakan perusahaan manufacturing yang hasil produksinya yaitu pipa PVC. Sebagai langkah perbaikan kualitas dan optimalisasi proses kerja pada departemen quality control. Penelitian bertujuan untuk meminimalisasi terjadinya kegagalan uji impact dan memberikan rekomendasi perbaikan sehingga dapat menjamin kualitas produk dan menimbulkan rasa kepuasan tersendiri yang diperoleh dari konsumen. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode lean six sigma. Tujuan dari penggunaan metode lean six sigma adalah untuk mengurangi pemborosan (waste) dan mengetahui penyebab terjadinya kegagalan hasil uji impact. Dalam menerapkan metode lean six sigma menggunakan bantuan metode analisis guna menentukan faktor penyebab dari akar masalah menggunakan fishbone diagram dan root cause analysis (RCA) serta mengetahui langkah-langkah perbaikan dalam mengurangi terjadinya kegagalan uji beban pada kualitas pipa menggunakan failure mode and effect analysis (FMEA).*

Kata Kunci: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); Lean Six Sigma; Root Cause Analysis (RCA).*

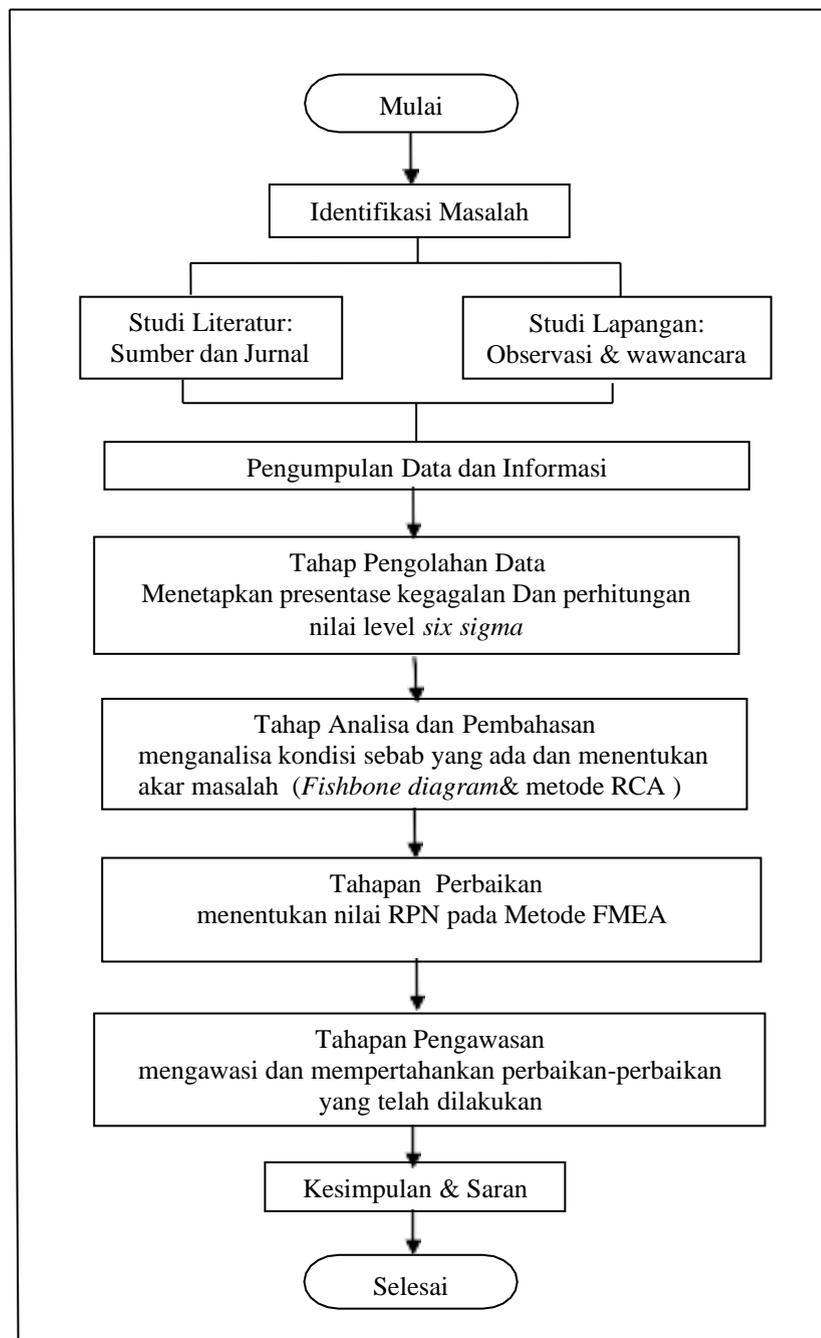
I. PENDAHULUAN

Dalam proses manufaktur pada PT WTUR pengendalian kualitas sangat dijaga oleh departemen *quality control* yang berfungsi sebagai palang pintu terakhir untuk menjadikan entitas peninjauan kualitas dari semua faktor proses produksi yang berlangsung, kualitas produk yang diperoleh dapat terpenuhi dengan baik dan menimbulkan rasa kepuasan tersendiri yang diperoleh dari konsumen. Dalam pengujian *impact* ini digunakan untuk melihat efek dari faktor yang muncul oleh adanya beban, wujud beban, temperatur, dan faktor-faktor lainnya serta berfungsi untuk menentukan sifat kecenderungan material rapuh maupun ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. *Lean* merupakan suatu upaya berkelanjutan untuk mengurangi angka kegagalan (*waste*) yang di implementasikan secara berkelanjutan guna meningkatkan nilai tambah (*value added*) dan mengurangi aktivitas produksi yang tidak memiliki nilai jual (*non-value added activities*). Dan definisi metode *six sigma* yaitu proses yang menggunakan metode statistik dan teknik untuk memperkecil terjadinya variasi kegagalan produksi (*defect*) sampai didefinisikan tidak lebih dari 3,4 kegagalan produksi darisatu juta kesempatan yang ada (*Defect Per Million Opportunities* atau DPMO) untuk mencapai pada kepuasan pelanggan secara menyeluruh .

II. METODE

Berdasarkan pada lembar control point (LCP) kuartil ke 3 tahun 2019 dengan menggunakan diagram pareto diharapkan bisa membantu untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang paling umum sehingga bisa mengetahui prioritas penanganan masalah. Untuk bisa mengetahui dan memastikan akar penyebab masalah dibutuhkan analisa khusus menggunakan metode root cause analysis (RCA) dimana suatu proses analisa yang dapat memastikan akar penyebab dari permasalahan tertentu dengan tujuan memperbaiki dan memberikan solusi sehingga meminimilasi terjadinya pengulangan masalah.

Setelah mengetahui proses permasalahan dianalisa menggunakan diagram fishbone yang berfungsi sebagai desain produk menganalisis faktor persoalan dan mencegah terjadinya kegagalan produk (defect) dan menemukan akar penyebab masalah pada industri manufacture yang dimana pada prosesnya terdapat banyaknya ragam variabel yang berpotensi menyebabkan terjadinya masalah. Untuk menginprovement suatu permasalahan menggunakan metode *failure mode effect and analysis* (FMEA) yang merupakan metodologi yang tersruktur dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kegagalan (*failure*) potensial yang ada pada sistem, produk atau proses pada bagian faktor-faktor yang memengaruhi produk atau proses produksi. Berikut ini merupakan diagram alir penelitian untuk mengurangi terjadinya kegagalan hasil uji beban kualitas pipa. Gambaran umum dari keseluruhan sistem yang dirancang dapat terlihat pada alur penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Berdasarkan alur penelitian pada gambar 1 telah dijelaskan bahwa tahapan-tahapan dimulai dari *define* yaitu pengumpulan data dan informasi, tahapan kedua *measure* (tahap pengolahan data), tahapan ke tiga *analyze* (tahap analisa dan pembahasan), tahapan ke empat *improve* (tahap perbaikan), dan tahapan ke lima *control* (tahap pengawasan).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan mengenai pengujian dan analisa yang dilakukan pada proses penelitian. Proses analisa meliputi setiap tahapan-tahapan dari *define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *controle* (DMAIC), kemudian diketahui hasil dari proses analisa sehingga dapat meminimalisasi terjadinya *reject* produk.

A. Tahap define

1. Pada identifikasi yang telah dilakukan pencapaian *reject* quartil ke-3 tahun 2019 pada bulan Juli, Agustus, dan September.

Tabel 1 *Reject* Quartil Ke-3 Tahun 2019

Bulan	Jumlah Produksi (kg)	Jenis Cacat (kg)			Jumlah Produk Cacat (Kg)	
		Produksi	Material	QC		Maintenance
Juli	3464528,00	32988	1083	7364,5	11017	52452,5
Agustus	2837958,21	32586	504	13447	7454,5	53991,5
September	4452911,44	55566	17295,5	8189	17520	98570,5
Total	10755397,65	121140	18882,5	29000,5	35991,5	205014,5
Bobot (Presentase)		1,13	0,18	0,27	0,33	1,91

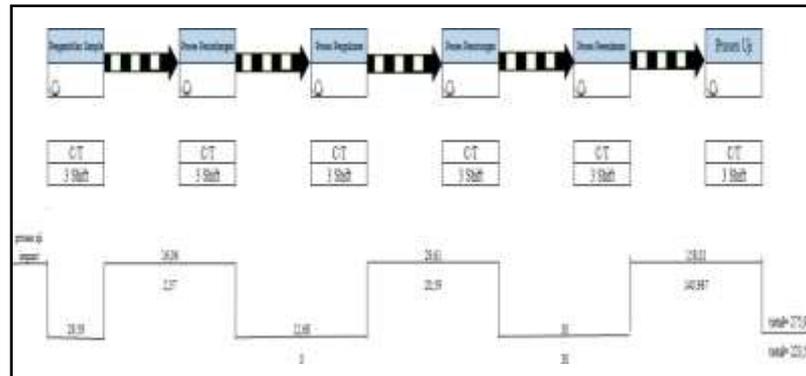
2. Berdasarkan *reject* quartil ke-3 tahun 2019 didapatkan hasil klasifikasi *reject* sebagai berikut, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi *Reject* Quartil Ke-3 Tahun 2019

No	Sebab Afkir	Afkir(Kg)	Bobot Afkir(%)
1	Pipa Gelombang	32537	0,30
2	Kotoran Kerak Barrel-Dies	17407	0,16
3	Stop/Start	16829,5	0,16
4	Printing Tidak Rapi	14841	0,14
5	Visual Kasar	10749,5	0,10
6	Dimensi Pipa Tidak Standar	10243,5	0,10
7	Kotoran Venting Port	10038	0,09
8	BE <i>Auto Machine</i>	5353,5	0,05
9	Be Manual	3141	0,03
10	Material	18882,5	0,18
11	Pipa Sample Test QC	15000	0,14
12	Gagal <i>Impact Test</i>	14000,5	0,13
13	<i>Utility</i>	19093,5	0,18
14	<i>Cutting Machine</i>	11747,5	0,11
15	Heater dan Thermocouple	5150,5	0,05
	Total	205014,5	1,91

3. *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping merupakan langkah awal untuk memahami aliran informasi dan material dalam sistem secara keseluruhan proses produksi.



Gambar 2. Value Stream Mapping Uji Impact

4. Identifikasi Waste Sepanjang Value Stream Mapping

Operator diminta untuk memberikan penilaian terhadap tujuh variabel waste yang sering terjadi pada proses uji *impact* dengan skala 0-2. Nilai 0 artinya waste tersebut tidak pernah terjadi, nilai 1 artinya waste kadang – kadang terjadi, nilai 2 artinya waste tersebut sering terjadi.

Tabel 3 Identifikasi Waste Uji Impact

Jenis Waste	Supervisor	Foreman	Operator	Rata-rata
<i>Overproduction</i>	0	0	0	0
<i>Defect</i>	2	2	2	2
<i>Transportation</i>	0	0	0	0
<i>Waiting</i>	0	0	0	0
<i>Innappropriate Processing</i>	0	0	0	0
<i>Unnecassarry</i>	0	0	0	0
<i>Inventory</i>	0	0	0	0
<i>Unnecassary Motion</i>	0	0	0	0

Berdasarkan hasil wawancara yang telah didapatkan hasil *waste defect uji impact* sebesar 0,13%. Selanjutnya departemen *quality control* harus melakukan perbaikan sehingga dapat meminimalisasi terjadinya kegagalan hasil uji *impact* diharapkan mampu menciptakan fleksibilitas dan merubah proses uji *impact* yang lebih efisien sehingga *lead time* yang dibutuhkan untuk mengetahui hasil uji *impact* bisa secepat mungkin. Jika hasil proses uji *impact* diketahui secepat mungkin diharapkan mampu dapat meminimalisasi terjadinya *reject* pada hasil uji *impact* yang telah dilakukan.

B. Tahap measure

- Berikut ini merupakan identifikasi *waste defect uji impact* kuartil ke-3 tahun 2019 pada bulan Juli, Agustus, dan September.

Tabel 4 Reject Uji Impact Kuartil Ke-3 Tahun 2019

No	Line	Size	afkir (kg)	afkir (%)
1	Line 4	AW 3/4	5586	0,05%
2	Line 6	AW 1 1/2	5018,5	0,05%
3	Line 11	AW 2 1/2	3396	0,03%
Total Reject Impact Test			14000,5	0,13%

2. Peta Kendali P(P-Chart)

Peta kendali P merupakan metode pengukuran tingkat *defect* selama proses produksi dalam periode yang telah ditentukan dan masih terkontrol.

- a. Menghitung presentase kerusakan (proporsi) (1)

$$p = \frac{np}{n}$$

- b. Menghitung *Central Line* (CL) (2)

$$CL \text{ atau } \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

- c. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) (3)

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

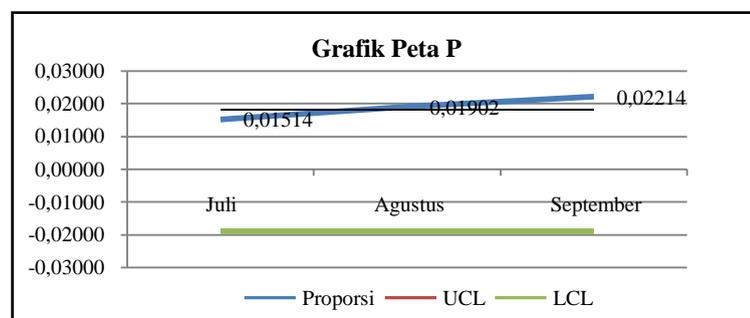
- d. menghitung *Lower Control Limit* (LCL) (4)

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Berikut rekapitulasi perhitungan proporsi, *Central Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL), dan *Lower Control Limit* (LCL), Dan didapatkan hasil grafik peta P bulan Juli, Agustus, September, yaitu sebagai berikut

Tabel 5 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Proporsi, CL, UCL & LCL

No	Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	Juli	3464528	52453	0,01514	0,01906	0,01928	-0,01884
2	Agustus	2837958	53992	0,01902	0,01906	0,01928	-0,01884
3	September	4452911	98571	0,02214	0,01906	0,01928	-0,01884
4	Total	10755398	205015	0,05630	0,01906	0,01928	-0,01884



Gambar 3. Grafik Peta P

Berdasarkan gambar diatas hal ini menunjukkan bahwa variasi yang dihasilkan pada beberapa kali proses produksi perusahaan berada pada kondisi yang tidak stabil atau *out of control* (tidak terkendali). Hal ini mengisyaratkan perlunya suatu tindakan perbaikan proses produksi sehingga variasi yang dihasilkan pada beberapa kali proses produksi stabil atau *in control* (terkendali).

3. Perhitungan DPMO dan *Sigma*

Berikut ini merupakan penentuan nilai-nilai TOP (*Total Opportunities*), DPO (*Defect Per Opportunities*), DPMO (*Defect Per Million Opprotunities*) dan nilai *sigma*.

Tabel 6 Tabel Rekapitulasi Perhitungan DPMO dan Sigma

Bulan	CTQ	TOP	DPO	DPMO	SIGMA
Juli	15	51967920	0,001009325	1009,32	4,59
Agustus	15	42569373,15	0,001268318	1268,32	4,52
September	15	66793671,54	0,001475746	1475,75	4,47
Total	15	Rata-rata		1251,13	4,53

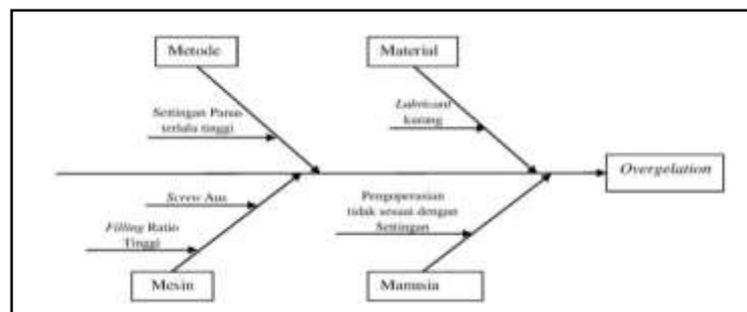
Keterangan :

- TOP = Jumlah Produksi x CTQ (5)
 DPO = Jumlah Defect/TOP (6)
 DPMO = DPO x 1000000 (7)
 Sigma=NORM.S.INV((1000000-DPMO)/1000000)+1.5 (8)

Berdasarkan tabel perhitungan DPMO dan *sigma* maka didapatkan rata-rata DPMO adalah 1251,13 dengan nilai rata-rata *sigma* adalah 4,53σ.

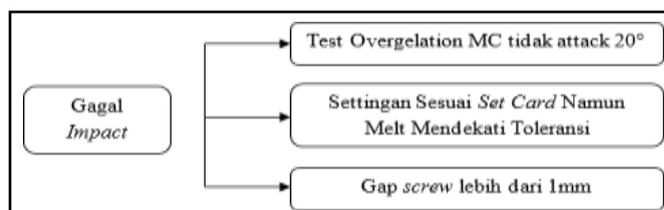
C. Tahap analyze

Berdasarkan analisa kondisi yang ada (ANAKONDA) dari potensi penyebab terjadinya kegagalan *impact* yang tidak sesuai dengan *what should happen* yaitu *test overgelation* yang seharusnya pada tes MC 20° pipa ter- *attack* pada kondisi aktual yang terjadi pipa tidak ter-*attack* MC 20°. Berikut analisa penyebab terjadinya *overgelation* pada pipa.



Gambar 4. Fishbone Diagram Overgelation

Berdasarkan hasil dari hasil analisa dan observasi yang didapat pada penyebab *overgelation* yang tidak sesuai dengan *what should happen* yaitu settingan sesuai *set card* namun melt mendekati toleransi, dan gap *screw* lebih dari 1mm yang bisa mempengaruhi tingkat *overgelation* pada pipa. Maka dapat disimpulkan deteksi yang dihasilkan terjadinya gagal uji *impact* sebagai berikut.



Gambar 5. Deteksi Kegagalan Hasil Uji Impact.

Setelah mengetahui deteksi yang menyebabkan kegagalan hasil uji *impact*, maka harus dicari akar permasalahan dengan menggunakan metode *root cause analysis* (RCA), sebagai berikut.

Tabel 7. Root Cause Analysis (RCA) Test Overgelation.

Problem	Why 1	Why2	Why3	How
Test Overgelation MC 20° tidak terdeteksi secara visual	Pipa overgelation	Pipa overgelation hanya terdeteksi MC 20° Operator setting temperatur sesuai acuan <u>setcard</u>	Belum ada metode deteksi overgelation selain MC 20° Toleransi melt pada setcard belum mengacu pada MC 20°	<i>Corrective:</i> Menurunkan temperatur yang mengacu pada MC 20° <i>Preventive:</i> Revisi <u>setcard</u> , pembuatan ceklist <u>control melt</u> , info ke produksi jika ada perubahan melt

Berdasarkan tabel diatas disimpulkan bahwa pipa *overgelation* tidak bisa dideteksi secara visual, operator produksi setting mesin hanya dengan acuan *setcard*, namun *setcard* mesin belum melalui pengujian MC 20° untuk bisa menentukan tingkat melt yang diharapkan.

Tabel 8. Root Cause Analysis (RCA) Settingan Melt Temperatur

Problem	Why 1	Why 2	Why 3	How
Settingan temperatur Sesuai <i>Setcard</i> Namun Melt Mendekati Toleransi	Friksi material berlebih (line 4, 6, dan 11)	<i>Screw aus</i> >1 mm	<i>Screw aus</i> karna salah design pemakaian 16740H dari standar 22000H (line 4) <i>Screw aus</i> karena pemakaian <i>over</i> 21040H dari standar 20000H (line 6) <i>Screw aus</i> karena pemakaian <i>over</i> 13735H dari standar 10000H (line 11)	<i>Corrective:</i> Menurunkan Melt temperatur yang mengacu pada MC 20° <i>Preventive:</i> Revisi <i>setcard</i> secara berkala setiap 2500H dengan acuan tes MC 20°, pengukuran gap screw setiap 5000H

Berdasarkan tabel diatas disimpulkan bahwa settingan temperatur sesuai *setcard* namun *melt* mendekati toleransi dikarenakan friksi pada material berlebih yang disebabkan oleh *screw aus* karena melebihi batas jam pemakaian maupun salah *design*.

D. Tahap improve

1. Failure Mode Effect And Analysis (FMEA)

Pada tahap *improve* berisi tentang metode FMEA untuk mengetahui nilai RPN (*Risk Priority Number*) melalui *interview* terhadap operator maupun foreman produksi dalam menentukan nilai *severity*, *occurance* dan *detectability* untuk mengetahui *rating* penyebab terjadinya kegagalan hasil uji *impact*.

Tabel 9. Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Gagal Impact.

Jenis Defect	Potensial Failure Mode	Potensial failure effect	Sev	Potensi Penyebab	OCC	Corrective	Det	RPN	Rating
Gagal Impact	Test Overgelation	Tingkat gelation > 75%	2	Overgelation tidak bisa dilihat visual	7	Pengujian MC 20°, <i>control melt</i> temperatur	9	126	1
	Settingan temperatur	Melt temperatur yang tidak sesuai	2	Pipa gagal uji tes laboratorium	4	Ceklist <i>control Melt</i> temperatur	5	40	2

<i>Screw Aus</i>	Friksi material berlebih	2	Pipa <i>Overgelation</i>	2	Pengukuran screw setiap 5000H	4	16	3
------------------	--------------------------	---	--------------------------	---	-------------------------------	---	----	---

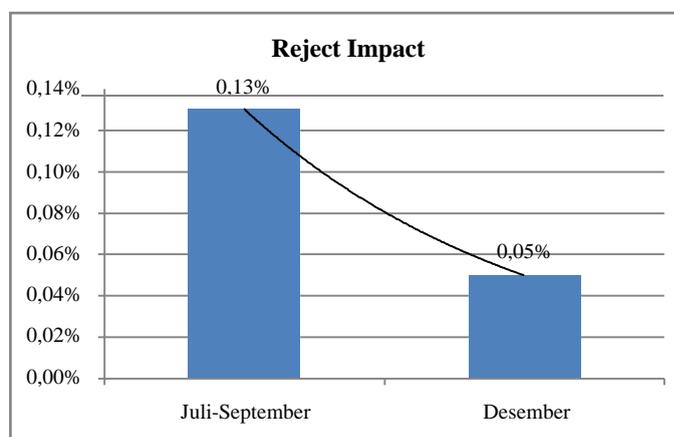
Berdasarkan analisis metode FMEA yang telah dilakukan maka telah didapatkan nilai-nilai RPN dari nilai RPN tersebut diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil, sehingga dapat diketahui jenis kegagalan yang paling kritis yang menjadi prioritas untuk tindakan korektif.

a. Rank 1, dengan nilai RPN 126 yaitu *test overgelation*. Belum adanya metode deteksi tes *overgelation* selain menggunakan tes MC 20°, maka dari itu tindakan perbaikan yang dilakukan adalah membuat ceklist control melt per 4jam jadi setiap awal shift, pertengahan shift, dan akhir shift lalu di informasi dan follow up ke produksimelalui *whatsapp group*.

b. Rank 2, dengan nilai RPN 40 yaitu melt temperatur yang tidak sesuai sehingga pipa mengalami *overgelation*, dikarenakan toleransi melt belum mengacu pada MC 20° maka tindakan perbaikan yaitu revisi setcard dan toleransi melt mengacu pada MC 20°. Merevisi pembuatan IK (Instruksi Kerja) pembuatan setcard dengan mengacu pada hasil MC 20°.

c. Rank 3, dengan nilai RPN 16 yaitu *screw aus* yang menyebabkan friksi material berlebih maka tindakan perbaikan yaitu *me-review* setcard secara berkala setiap 2500H dengan acuan MC 20°.

2. Hasil Setelah Improvement



Gambar 6. Evaluasi Hasil *Reject Impact Test*.

Berdasarkan gambar diagram diatas maka didapatkan hasil *reject impact test* berkurang yang awalnya sebesar 14000,5 kg dengan bobot presentase 0,13 setelah dilakukan *improvement* kini menjadi 1446 kg dengan bobot presentase 0,05. Jadi *reject* gagal *impact test* turun menjadi bobot presentase 0,08.

E. Tahap control

Pada tahap yang terakhir ini bagaimana kontrol yang dilakukan dari bagian *quality control* dalam memastikan usulan perbaikan yang telah dihasilkan dan berharap berjalan sesuai harapan dan mengurangi presentase *reject impact test* yang selanjutnya dapat dijadikan bahan evaluasi perbaikan secara terus menerus didalam perusahaan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis implementasi *lean six sigma* dalam upaya mengurangi kegagalan hasil uji *impact* pada tahun 2019, maka dapat diambil suatu kesimpulan yaitu melakukan ceklist melt temperatur setiap 4 jam sekali, dan info ke *whatsapp group*, pembuatan instruksi kerja setcard yang mengacu pada pengujian MC20° dan *me-review* setcard secara berkala setiap 2500H dengan acuan MC 20° dapat meminimalisasi terjadinya kegagalan uji *impact*.

REFERENSI

- [1] Tampai, Stella. Sumarauw Jacky S.b, Pondang Jessy J. 2017, *Pelaksanaan Quality Control Pada Produksi Air Bersih Di PT Air Manado*, Manado : Universitas Sam Ratulangi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Jurusan Manajemen, Vol. 5, No. 2, Juni. 2017, pp 1644-1652.
- [2] Handoyo, Yopi. 2013, *Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule*, Bekasi: Universitas Islam 45 Program Studi Teknik Mesin, Vol.1 , No. 2, Agustus 201.
- [3] Rahmadi, Irfan. Bernik, Merita. 2018, *Penerapan Lean Six Sigma Pada UKM Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Pendukung Perangkat Telekomunikasi*, Bandung : Universitas Padjajaran Fakultas Ekonomi Departemen Manajemendan Bisnis , Vol. 2, No. 1, Maret. 2018, pp. 9-24.
- [4] Shofia, Nailatis. Mustafid. Sudarno. 2015, *Kajian Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Pada Bagian Pengecekan Produk DVD Player PT X*, Semarang : Universitas Diponegoro Mahasiswa dan Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM, Vol. 4, No. 1, Agustus. 2015, pp 71-81.
- [5] Yemima, Ola. Nohe ,A Darnah. Nasution, Yuki N. 2014, *Penerapan Peta Kendali Demerit dan Diagram Pareto Pada Pengontrolan Kualitas Produksi (Studi kasus: Produksi Botol Sosro di PT. X)*, Surabaya : Universitas Mulawarwan Program Studi Statistika FMIPA, Vol. 5, No. 2, November 2014.
- [6] Fajrin, Teguh. Sulistiyowati, Wiwik. 2018, *Pengurangan Defect Pada Produk Sepatu Dengan Mengintegrasikan Statistical Process Control (SPC) dan Root Cause Analysis (RCA) Studi kasus PT.XYZ* , Sidoarjo : Universitas Muhammadiyah Program Studi Teknik Industri , Vol. 16, No. 1, 2018, pp. 1-110.
- [7] Murnawan, Heri. Mustofa. 2014, *Perencanaan Produktifitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone di Perusahaan Kemasan PT.X*, Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945 Prodi Teknik Industri , Vol. 11, No.1, April 2014.
- [8] Caesaron, Dino. Tandianto. 2013, *Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Pada Proses Handling Painted Body BMW X3 (Studi Kasus: PT. Tjahja Sakti Motor)*, Jakarta: Universitas Bunda Mulia Program Studi Teknik Industri, Vol. IX , No. 3, PP 248-256.