

ANALISA DAN PERBAIKAN PRODUK *GENERAL ASSY ROLLER* MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN FUZZY FMEA STUDI KASUS : PABRIK PERALATAN INDUSTRI AGRO

Wahyu Setia Damayanti¹⁾, Yustina Ngatilah²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Gunung Anyar Surabaya 60294

e-mail: wahyusetia@gmail.com¹⁾, yustinangatilah@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Pengendalian kualitas kini dianggap sebagai sustainable development untuk mendukung keberlangsungan jangka panjang suatu perusahaan. Begitu pula pada PT. Barata Indonesia (Persero) dimana hampir 60% dari produk yang di produksi adalah komponen General Assy Roller. Komponen General Assy Roller yang diproduksi sendiri memiliki beberapa jenis cacat seperti Keropos, sinter, mismachining dan crack yang mencapai hingga 30 % dari total produksi sejumlah 358 unit. Dengan presentase defect tertinggi mismachining yaitu sebesar 38,63 %. Berdasarkan analisa hasil penelitian dengan metode six sigma dari rata-rata DPMO sebesar 30244 nilai sigma yang dihasilkan adalah 3,36 atau dapat bersaing dengan skala rata-rata industri Indonesia. Dengan analisis menggunakan Root Cause Analysis (RCA), dan perhitungan menggunakan metode FUZZY FMEA, FRPN mengidentifikasi faktor Penyebab yang paling dominan menyebabkan Defect adalah Waktu penahanan panas pada dapur krimp yang tidak terjadwal dengan nilai FRPN tertinggi yakni sebesar 6,012157897. Maka berdasarkan mode kegagalan yang terjadi, Usulan tindakan perbaikan berdasarkan metode Fuzzy FMEA yang dapat diberikan untuk mengurangi terjadinya defect crack yakni dengan menjadwalkan waktu penahanan panas pada saat proses Assembly.

Kata Kunci: Fuzzy FMEA, Pengendalian Kualitas, Six Sigma

ABSTRACT

Quality control is now considered a sustainable development to support the long-term sustainability of a company. Similarly, PT. Barata Indonesia (Persero) where 60% of the products produced are sugar cane roll coat components. The components of the Rolling Mill Coat which are produced themselves have several types of defects such as porous, sinter, mismachining and crack which reach up to 30% of the total production of 358 units. With the highest defect percentage, mismachining was 38.63%. Based on the analysis of research results with the Six Sigma method of an average DPMO of 30244, the resulting sigma value is 3.36 or the same class as the industry average in Indonesia. With analysis using Root Cause Analysis (RCA), and the calculation with Fuzzy FMEA Methods, FRPN identifies the most dominant factor causing Defect is the heat retention time in an unscheduled cream kitchen with the highest FRPN value of 6.012157897. So based on the failure mode that occurs, the proposed improvement that can be given with Fuzzy FMEA method to reduce the defect crack is to schedule a time to hold the heat during the Assembly process.

Keywords: Fuzzy FMEA, Quality Control, Six Sigma

I. PENDAHULUAN

Sektor Industri di Indonesia yang kian lama kian berkembang, membuat banyak perusahaan berlomba-lomba untuk menghasilkan produk yang terbaik. Hal itu membuat Kualitas produk berperan sangat penting dalam industri manufaktur saat ini. Belakangan ini banyak bermunculan inovasi dan ide dari anak bangsa di bidang industri manufaktur. Bidang industri *Metalworks* dan *Engineering* ini merupakan bidang yang kini banyak dibutuhkan oleh perusahaan lain sebagai pemasok kebutuhan akan besi dan baja. Saat ini mulai banyak perusahaan yang bergerak pada bidang *Metalworks* dan *Engineering*, di Indonesia baik perusahaan milik negeri maupun Swasta.

Salah satu badan usaha milik negara yang sudah cukup senior bergerak di bidang ini yaitu PT BARATA INDONESIA (Persero) yang berdiri sejak tahun 1971 dengan nama PT Barata *Metalworks* dan *Engineering* yang merupakan inkorporasi dari beberapa perusahaan yang bergerak pada berbagai bidang sehingga dapat mendukung berdirinya perusahaan lain yang membutuhkan *supply* dalam komponen permesinan dalam menjalankan bisnisnya. Permintaan konsumen yang terus meningkat, bukan membuat persaingan dalam usaha dalam bidang ini semakin mudah. Hal ini dapat dilihat dari munculnya beberapa perusahaan *metalworks* baru dengan kapasitas produksi yang bisa dikatakan tidak sedikit. Meskipun posisi mereka masih bisa dikategorikan dalam celah pasar, namun bukan berarti mereka bisa dianggap remeh oleh perusahaan *metalworks* yang lebih dahulu melakukan ekspansi pasar. Oleh karena alasan tersebut, maka perusahaan dituntut untuk menghasilkan produk yang berkualitas baik, agar bisa menang dalam bersaing dengan perusahaan lain yang sejenis.

Setiap perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur khususnya PT. Barata Indonesia (Persero) dalam operasinya sulit menghindari terjadinya produk cacat atau *defect* untuk komponen *General Assy Roller* yang diproduksi memiliki beberapa jenis cacat seperti Keropos, sinter dan *crack* masing-masing 15 unit untuk periode 2017, 9 unit untuk periode 2018 dan 21 unit untuk periode 2019, yang mencapai hingga 30 % dari total produksi sejumlah 358 unit. Hal ini sangat berpengaruh pada nilai produktivitas perusahaan, dimana perusahaan akan mengalami pemborosan pada waktu, tenaga kerja dan biaya untuk mengerjakan kembali (*rework*) produk yang cacat. Sebagian proses *rework* yang dilakukan adalah pembuatan ulang mantel yang disebabkan tingkat keropos tinggi (50-90%) dan mantel pecah (*Crack*) pada proses *assembly*, sehingga permasalahan pada PT. BARATA INDONESIA (Persero) adalah bagaimana menganalisis dan memperbaiki kualitas produk *General Assy Roller* sehingga dampak yang ditimbulkan akibat *defect* yang terjadi tersebut dapat berkurang.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, maka akan dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan pendekatan menggunakan Metode Six Sigma, dan Fuzzy Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Tujuan digunakannya Six Sigma adalah *continuous improvement* terhadap kualitas mantel yang dihasilkan. Kemudian setelah melakukan analisis terhadap faktor penyebab dengan menggunakan RCA (Root Cause Analysis), metode Fuzzy FMEA dapat memberikan solusi perbaikan prioritas untuk meningkatkan kualitas produk *General Assy Roller* dengan mencegah terjadinya *defect*..

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Proses Produksi *General Assy Roller*

Dalam proses Produksinya *General Assy Roller* ini sendiri melewati beberapa tahap yaitu, Pengadaan material, Inspeksi material, proses pembuatan *shell/* selubung, Pengecoran (*Foundry*), *setting*, Pemotongan, Bubut rata dan Alur, *Boring dan Drilling*, Permesinan *Shaft* (Poros) dan *Assembly* atau perakitan dengan menggunakan Dapur Krimp.(Damayanti, 2019).

B. Kualitas

Definisi konvensional dari kualitas biasanya menggambarkan karakteristik secara langsung dari suatu produk seperti : performansi (*performance*), keandalan (*reliability*), mudah dalam penggunaan (*ease of use*), estetika (*esthetics*) dan sebagainya.(Gasperz, 2007) Sedangkan ISO 8402 (*Quality Vocabulary*) dalam Gasperz (1997) mendefinisikan kualitas sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Kualitas sering kali dikaitkan dengan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) atau pemenuhan spesifikasi terhadap kebutuhan atau persyaratan (*conformance to the requirements*). (Gasperz, 2012) Kualitas suatu produk dapat dihitung dari sejauh mana total kehilangan yang disebabkan oleh adanya efek fungsional dari adanya variasi dan efek samping. Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses tersebut mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan. (Wahyuni, 2015)

Merriam webster mendefinisikan kualitas terhadap beberapa hal, yaitu diantaranya : (1) ciri dan karakter yang penting, (2) derajat keunggulan, (3) keunggulan macamnya, (4) perbedaan atribut dan (5) keterampilan yang diperoleh. Definisi ini meliputi skala produk maupun sumber daya manusianya. Garvin (1984) mendefinisikan ini melalui pendekatan yang diterima oleh keseluruhan teknis yaitu Lima pendekatan pada kuliatas meliputi Global atau *transcedent*, dasar produk, dasar pengguna, dasar manufaktur dan dasar nilai. (Liu, 2013)

C. Six Sigma

Six sigma adalah sebuah *quality improvement* dan strategi bisnis yang dimulai pada 1980 oleh motorola. Penekanan didalam six sigma adalah untuk menekan jumlah *defect* hingga kurang dari 4 per satu juta produk serta mengurangi *cycle time* hingga 30-50 % per tahunnya dan menekan biaya hingga serendah mungkin. Untuk *tools* pada perhitungan statistik dan *problem solving* tidak berbeda dengan strategi *quality improvement* lain yang diterapkan saat ini. (Dhorometski, 2017)

Menurut Subranियam, P., K. Srinivasan, et al (2011) target dari Six sigma adalah untuk menyampaikan “Breakthrough Performance Improvement” dari tingkatan pada bisnis saat ini dan perhitungan operasional dan performansi customer relevant. Langkah-langkah six sigma dalam melakukan improvement adalah dengan penerapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Langkah ini merupakan langkah yang banyak dilakukan dalam melakukan improvement Six sigma. (Gasperz, 2012)

TABEL 1
TINGKAT PENCAPAIAN SIGMA

Presentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO	Level Sigma	Keterangan
31%	691462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308538	2-sigma	Rata-rata industri
93,32%	66807	3-sigma	Indonesia
99,379%	6210	4-sigma	Rata-rata industri USA
99,777%	233	5-sigma	
99,9997%	3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

D. Kapabilitas Proses

Kualitas suatu produk dapat diukur dari sejauh mana total kehilangan yang disebabkan oleh adanya efek fungsional dari variasi dan efek samping. Semakin tinggi kehilangan menunjukkan semakin rendahnya kualitas produk tersebut. Penerapan kapabilitas proses memberikan batas toleransi yang dapat menilai seberapa baik sebuah proses mampu menghasilkan sebuah produk. Pengetahuan tentang kapabilitas proses yang dimiliki, dapat membantu perusahaan dalam menentukan proses yang paling optimal untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Saha, 2016).

Kapabilitas proses (CP) didefinisikan sebagai rentang lebar spesifikasi terhadap peta sebaran proses, kemampuan proses membandingkan output yang dihasilkan dalam proses dengan batas spesifikasi menggunakan *capability index*. Nilainya dihitung berdasarkan formula:

$$Cp = \frac{\text{specification Width}}{\text{Process Width}} \quad (1)$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{n-1}} \quad (3)$$

Dimana:

σ = Nilai dari standard deviasi

n = Jumlah Sampel

X_i = Total dari nilai data ukur

X = Nilai rata-rata dari data ukur

E. Root Cause Analysis

Root Cause Analysis (RCA) atau Analisis Akar Masalah merupakan suatu upaya yang terstruktur yang membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mendasari atau menjadi penyebab dari suatu peristiwa yang merugikan. Memahami faktor atau penyebab kegagalan sistem dapat membantu mengembangkan tindakan yang mampu mempertahankan perbaikan. (Wulan, 2015)

F. Fuzzy Fmea

Logika fuzzy adalah suatu bentuk logika yang bernilai tinggi di mana nilai kebenaran variabel dapat berupa bilangan real antara 0 dan 1 keduanya inklusif. Ini digunakan untuk menangani konsep kebenaran yang tidak utuh atau tidak pasti, di mana nilai kebenaran dapat berkisar antara sepenuhnya benar dan sepenuhnya salah. (Gerramian, 2018) Mode kegagalan dijelaskan oleh faktor *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D) (selanjutnya disebut faktor risiko). Diperkirakan sesuai dengan pengetahuan pakar, faktor risiko diubah menjadi satu indeks disebut Risk Priority Number (RPN). (Chanamool, 2016). Menurut hasil, usulan RPN membentuk RPN tradisional, jenis dua jenis RPN ($S \times O$) dan jenis sederhana RPN (SOD, dihitung dengan menempatkan S, O dan D berikutnya satu sama lain). (Chugani, 2017)

FMEA adalah sekumpulan petunjuk, sebuah proses, dan form untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan). (Suliantoro, 2016) Meskipun, FMEA adalah teknik yang baik untuk implementasi untuk mencegah kesalahan yang mungkin terjadi, implementasi FMEA distudi tersebut telah menemukan keterbatasan tentang penilaian RPN. (Wahyani, 2010) Mayoritas pendekatan fuzzy FMEA mempekerjakan aturan fuzzy if – then untuk memprioritaskan mode kegagalan. (Paciarotti, 2014)

FMEA tradisional telah banyak dikritik karena alasan bahwa tidak memperhitungkan kepentingan relatif faktor risiko dan memperlakukan mereka sama. Berdasarkan analisis di atas, kami pikir itu tidak cocok untuk menggunakan aturan if-then yang dikurangi untuk memprioritaskan mode kegagalan. Alih-alih menggunakan fuzzy aturan if – then, kami mengusulkan dalam tulisan ini penggunaan *fuzzy weighted geometric mean* (FWGM) untuk evaluasi risiko dan memprioritaskan mode kegagalan dalam FMEA. (Wang, 2010)

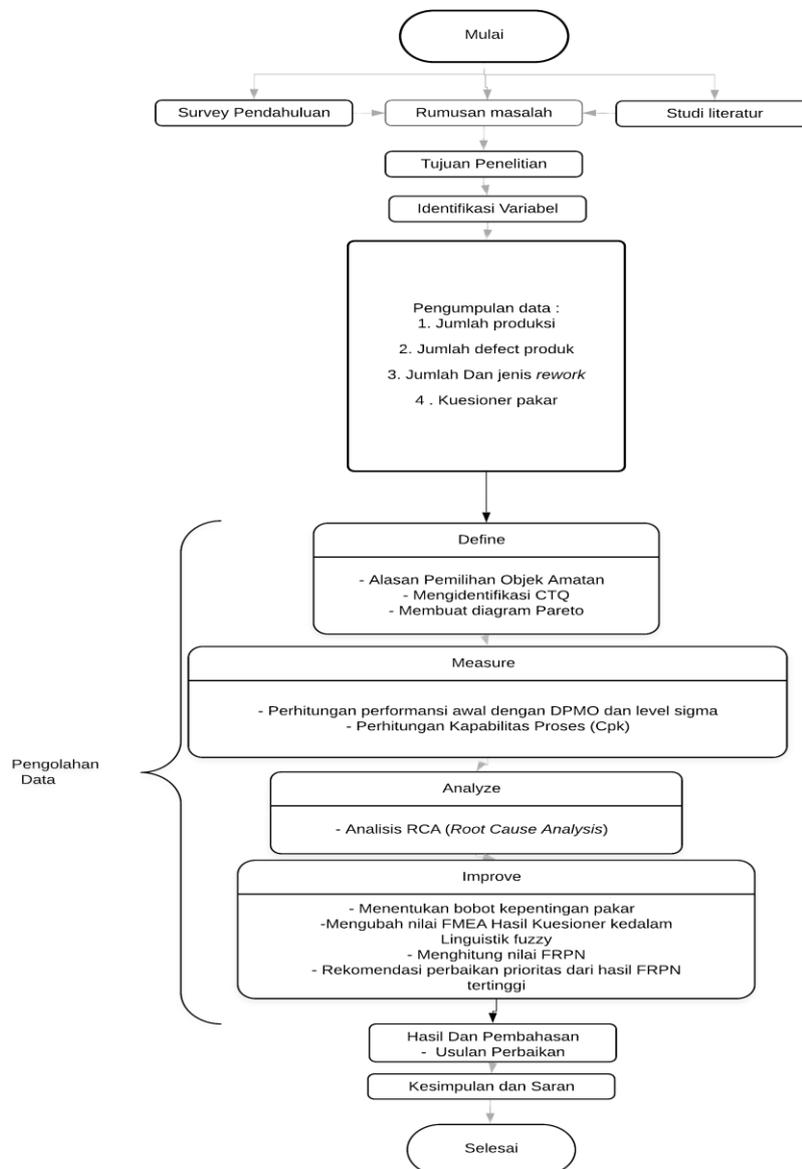
Dalam membantu pengurangan terjadinya cacat produk perlu dilakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas produk dengan menggunakan metode six sigma dan fuzzy FMEA. (Agustina, 2017)

$$FRPN_i = (R^S_i) \frac{\hat{W}^S}{\hat{W}^S + \hat{W}^O + \hat{W}^D} \times (R^O_i) \frac{\hat{W}^O}{\hat{W}^S + \hat{W}^O + \hat{W}^D} \times (R^D_i) \frac{\hat{W}^D}{\hat{W}^S + \hat{W}^O + \hat{W}^D} \quad (4)$$

Dimana, R^{Si} , R^{Oi} , dan R^{Di} pada rumus (3) merupakan Agregasi rating performance Fuzzy dari anggota tim FMEA terhadap faktor O, S, dan D. Berbeda dengan FMEA tradisional yang mendefinisikan RPN sebagai produk sederhana O, S dan D tanpa mempertimbangkan kepentingan relatif merekabobot, FRPN didefinisikan sebagai *fuzzy weighted geometris mean* dari tiga faktor risiko. Hal ini didasarkan pada kelemahan dari ketiga faktor risiko tersebut bila diperlakukan sama (Wang, 2010). Metode FMEA diintegrasikan dengan metode fuzzy untuk mendapatkan prioritas tindakan perbaikan yang lebih baik. $\hat{W}O$, $\hat{W}S$, dan $\hat{W}D$ merupakan Agregasi rating performance Fuzzy Weight dari anggota tim FMEA terhadap faktor O, S, dan D (Roesmasari, 2018).

III. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah pemecahan masalah yang diambil untuk mendapatkan hasil atau solusi dari permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut :



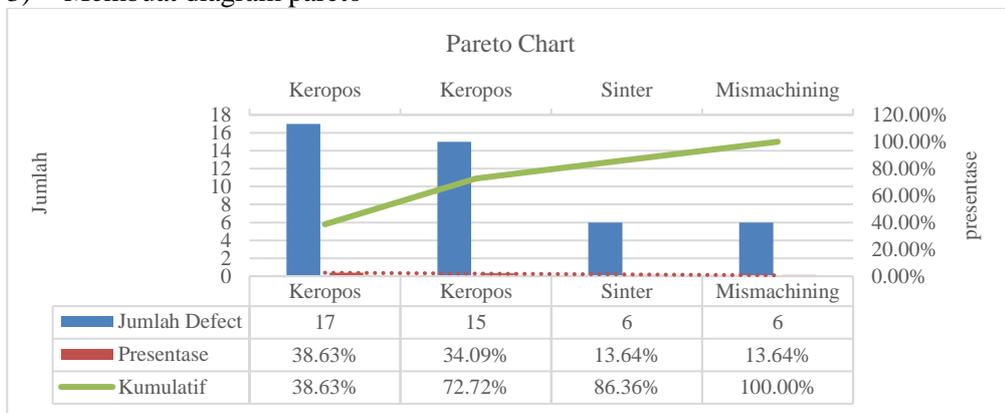
Gambar 1. Diagram alur penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dengan metode Six Sigma dalam penelitian ini, melibatkan tahap DMAI diantaranya sebagai berikut :

A. Define

- 1) Alasan pemilihan objek amatan
PT. Barata Indonesia (Persero) dalam kegiatan produksinya menghasilkan banyak jenis produk, namun sesuai permasalahan dari survei yang dilakukan penulis hanya memilih komponen *General Assy Roller*, karena besarnya angka permintaan pada produk ini yaitu sekitar 60% di bandingkan dengan produk lain.
- 2) Mengidentifikasi CTQ (*Critical To Quality*)
Karakteristik dikemukakan untuk produk *General Assy Roller* tebu adalah sebagai berikut :
 - Keropos / Gas Hole
 - Crack
 - Sinter
 - Mismachining
- 3) Membuat diagram pareto



Gambar 2. Diagram Pareto kecacatan produk

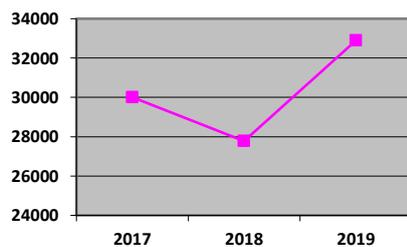
B. Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap kesalahan pada produk yang terjadi selama proses produksi *General Assy Roller* PT Barata Indonesia.

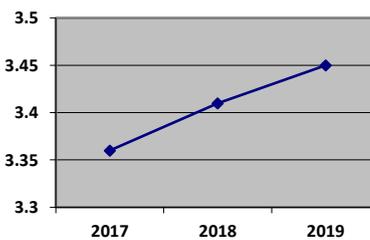
1. Pengukuran *Baseline*

TABEL II
NILAI SIGMA DEFECT

Tahun	Jumlah Produksi	Defect	DPO	DPMO	Defect	Level Sigma
2017	125	15	0,03	30000	3,00%	3,36
2018	81	9	0,027777	27777	2,78%	3,41
2019	152	20	0,032894	32894	3,29%	3,45
Rata-rata				30224,17		3,36

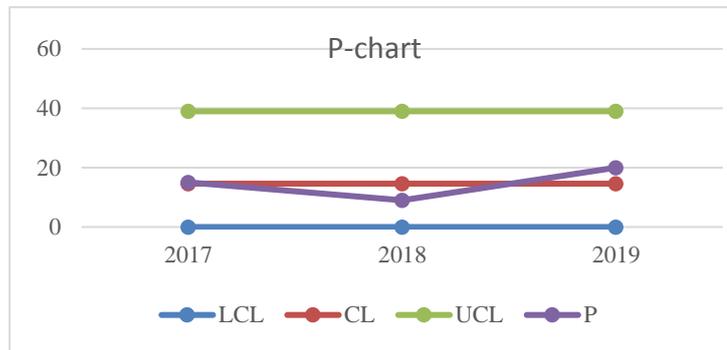


Gambar 3. Grafik DPMO



Gambar 4. Grafik Level Sigma

2. Pembuatan Peta kendali-P



Gambar 3. Peta kendali p

3. Perhitungan Kapabilitas proses

Nilai kapabilitas proses akan dinilai sangat baik bila mencapai $C_{pk} > 1,33$. Nilai $C_p > 1$ menunjukkan kemampuan proses masih baik (*Capable*) (Amin,2015).

UTL = *Upper Tolerance Limit* – Batas Toleransi Atas

LTL = *Lower Tolerance Limit* – Batas Toleransi bawah

σ = Deviasi Standar Proses

$$C_{pk} = \frac{UTL-LTL}{6\sigma} = \frac{38,99-9,79}{6(8,13)} = 1 \quad (5)$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil dari C_p sebesar 1 menandakan kapabilitas $C_p = 1$ maka dinilai bahwa proses yang dilakukan saat ini belum mencapai kapabilitas rata-rata sehingga perlu dilakukan perbaikan.

Indeks kapabilitas satu sisi proses adalah sebagai berikut :

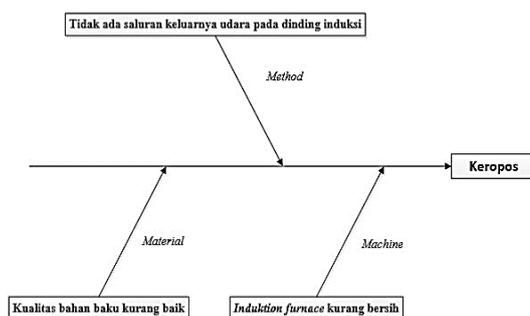
$$C_p = \frac{UTL-\mu}{3\sigma} = \frac{38,99-14,6}{3(8,13)} = 1,25 \quad (6)$$

$$C_{pl} = \frac{\mu-LTL}{3\sigma} = \frac{14,6-9,79}{3(8,13)} = 0,19 \quad (7)$$

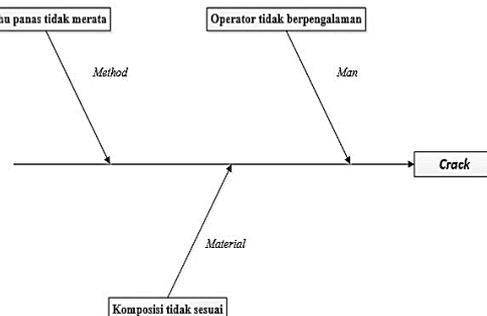
Sehingga nilai C_{pk} berada tepat diantara C_p Sebesar 1 dan C_{pl} sebesar 0,19 atau dapat dituliskan $0,19 < C_{pk} > 1,25$, Hal ini baik menandakan bahwa proses produksi *General Assy Roller* pada PT BARATA INDONESIA yang dilakukan dinilai masih memenuhi indeks kapasitas proses yang dijalankan.

C. Analyze

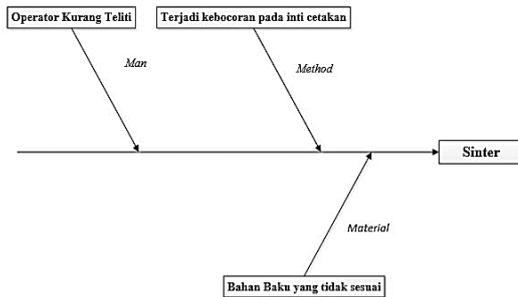
Setelah dilakukan perhitungan pada setiap waste yang terjadi pada perusahaan, kemudian selanjutnya analisa terhadap penyebab-penyebab terjadinya waste yang terpilih dengan menggunakan Diagram Ishikawa berdasarkan hasil wawancara terhadap 3 pihak yakni Supervisor Produksi, Supervisor Quality Control, dan Supervisor PPIC.



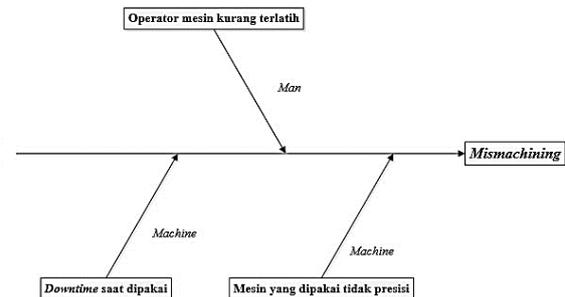
Gambar 4. Diagram Ishikawa cacat keropos



Gambar 5. Diagram Ishikawa cacat Crack



Gambar 6. Diagram Ishikawa cacat Sinter



Gambar 7. Diagram Ishikawa cacat Crack

Setelah dilakukan analisis penyebab cacat dengan menggunakan diagram ishikawa maka dilanjutkan mencari akar penyebab dari permasalahan terjadinya kesalahan pada mantel selama proses produksi dengan menggunakan RCA (*Root cause analysis*) atau bisa disebut dengan *5 why's method*.

TABEL III
ROOT CAUSE ANALYSIS DEFECT KEROPOS

Jenis Cacat	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Keropos	Material tercampur dengan slag/terak	Lapisan coating yang tidak merata	Operator tidak teliti	Jarang dilakukan pembersihan mesin	Tidak ada jadwal pembersihan
		Induction furnace kurang bersih	Kotoran dari proses sebelumnya		Waktu pengecoran yang terlalu padat
	Kurangnya Saluran Keluarnya udara pada cetakan	Tidak adanya ketentuan mengenai saluran udara pada SOP			
	Kualitas bahan baku yang kurang baik	Tidak dilakukan pengecekan bahan baku			

TABEL IV
ROOT CAUSE ANALYSIS DEFECT CRACK

Jenis Cacat	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Crack	Terjadi benturan pada mantel roll	Mantel menabrak mesin ketika dibawa dibawa crane	Operator kurang terlatih mengoperasikan crane	Operator tidak berpengalaman	Tidak ada jadwal maintenance crane
		Kurang dari atau melebihi batas toleransi	Tidak adanya takaran bahan yang paten	Crane sulit dikendalikan	
	Komposisi bahan baku yang kurang sesuai	Terdapat campuran sisa-sisa bahan baku dari peleburan sebelumnya	Jarang dilakukan pembersihan mesin	Tidak ada jadwal pembersihan	Waktu pengecoran yang terlalu padat

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Suhu panas saat dapur krimp tidak merata	Tidak Adanya proses pemanasan bertahap	Tidak adanya SOP yang jelas mengenai tahap pemanasan		
	Tidak adanya waktu pemanasan	Waktu pemanasan tidak dijadwalkan		

TABEL V
ROOT CAUSE ANALYSIS DEFECT SINTER

Jenis Cacat	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4
Sinter	Terjadi kebocoran inti cetakan (Core)	Inti Cetakan (core) miring Kepang yang dipasang pada lapisan inti rusak/ tidak merata	Operator kurang teliti	Operator tidak berpengalaman
	Bahan Baku yang tidak sesuai	Kurang dari atau melebihi batas toleransi Terdapat campuran sisa-sisa bahan baku dari peleburan sebelumnya	Tidak adanya takaran bahan yang paten Jarang dilakukan pembersihan mesin	Tidak ada jadwal pembersihan Waktu pengecoran yang terlalu padat

D. Improve

Pada penelitian ini menentukan tindakan perbaikan yang perlu dilakukan perusahaan dengan menggunakan metode Fuzzy FMEA, dikarenakan dugaan ketidakpastian yang diakibatkan oleh kolaborasi antara 3 responden yang memiliki pengetahuan serta pengalaman yang berbeda maka, penentuan perbaikan prioritas dilanjutkan dengan penilaian peringkat Fuzzy. Nilai S,O,D yang telah ditentukan oleh pakar diterjemahkan ke dalam bentuk *Fuzzy Number*. Adapun beberapa tahapan pada metode Fuzzy FMEA ini yaitu :

- 1) Penyesuaian Nilai S,O,D terhadap *Fuzzy Rating*
- 2) Perhitungan Agregasi Penilaian Terhadap faktor S, O,D
- 3) Perhitungan Bobot Kepentingan Faktor S, O,D
- 4) Penentuan Nilai *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN)

TABEL VI
BOBOT KEPENTINGAN PAKAR

Kode Responden	Keterangan	Bobot Kepentingan
R1	<i>Supervisor Quality Control</i>	40 %
R2	<i>Supervisor</i> Produksi	30 %
R3	<i>Supervisor</i> PPIC	30 %

TABEL VII
HASIL PENILAIAN PAKAR

No	Defect	Penyebab	Responden	S	O	D
1	<i>Kerpos</i>	Operator Tidak teliti	R1	2	2	2
			R2	3	3	3
			R3	3	4	2
		Tidak ada jadwal pembersihan mesin Induction Furnace	R1	5	5	3
			R2	4	5	4
			R3	3	3	3

		Penyebab	Responden	S	O	D		
		Waktu pengecoran terlalu padat	R1	3	3	3		
			R2	2	3	4		
			R3	4	5	5		
		Tidak ada standard SOP	R1	2	2	2		
			R2	2	1	1		
			R3	3	3	2		
		Tidak dilakukan pengecekan bahan baku	R1	5	3	4		
			R2	4	4	4		
			R3	4	4	3		
2.	Crack	Tidak ada jadwal maintenance crane	R1	3	2	2		
			R2	4	5	3		
			R3	5	3	5		
		Tidak ada SOP mengenai tahap pemanasan	R1	4	4	3		
			R2	7	7	4		
			R3	7	6	4		
		Waktu penahanan panas tidak dijadwalkan	R1	7	5	7		
			R2	4	3	5		
			R3	4	4	5		
3.	Sinter	Operator tidak berpengalaman dalam pembuatan cetakan	R1	3	2	3		
			R2	4	4	4		
			R3	4	3	3		
		Tidak ada takaran bahan baku yang paten	R1	4	4	4		
			R2	5	4	4		
			R3	4	4	3		
		4.	Mismatching	Tidak ada jadwal maintenance mesin berkala	R1	3	2	2
					R2	4	5	3
					R3	5	3	5
Kurangnya staff Maintenance	R1			2	3	3		
	R2			3	3	3		
	R3			2	2	1		

Nilai Fuzzy yang telah dikalikan dengan bobot responden pakar dirata-rata sehingga didapatkan nilai bobot *Severity* (\hat{W}^s), *Occurrence* (\hat{W}^o), dan *Detection* (\hat{W}^d), dapat diamati pada tabel VIII dibawah ini.

TABEL VIII
BOBOT KEPENTINGAN FAKTOR SEVERITY, OCCURENCE DAN DETECTION

R	Faktor		
	S	O	D
R1	H	M	M
R2	M	M	M
R3	H	H	L

TABEL IX
PERHITUNGAN BOBOT KEPENTINGAN FAKTOR S, O, D

<i>Severity</i>										
R	Rating	Fuzzy Weight			W x FW			Total	$\sum \hat{w}^s$	\hat{W}^s
R1	H	0,50	0,75	1,00	0,20	0,30	0,40	0,90	2,03	0,68
R2	M	0,25	0,50	0,75	0,08	0,15	0,23	0,45		
R3	H	0,50	0,75	1,00	0,15	0,23	0,30	0,68		
<i>Occurrence</i>										
R	Rating	Fuzzy Weight			W x FW			Total	$\sum \hat{w}^o$	\hat{W}^o
R1	M	0,25	0,50	0,75	0,10	0,20	0,30	0,60	1,73	0,58
R2	M	0,25	0,50	0,75	0,08	0,15	0,23	0,45		
R3	H	0,50	0,75	1,00	0,15	0,23	0,30	0,68		
<i>Detection</i>										
R	Rating	Fuzzy Weight			W x FW			Total	$\sum \hat{w}^d$	\hat{W}^d
R1	M	0,25	0,50	0,75	0,10	0,20	0,30	0,60	1,28	0,43
R2	M	0,25	0,50	0,75	0,08	0,15	0,23	0,45		
R3	L	0	0,25	0,50	0	0,08	0,15	0,23		

Tahap yang terakhir dari Fuzzy FMEA yaitu Penentuan Nilai *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN). Nilai FRPN diperoleh dengan mengalikan nilai (R_i^s), (R_i^o), dan (R_i^d) yang diperoleh dengan membagi nilai (\hat{W}_i^s), (\hat{W}_i^o), dan (\hat{W}_i^d) dengan jumlah ketiga bobot kepentingan itu atau dapat dilihat pada formulasi (4).

TABEL X
HASIL PERHITUNGAN FRPN (*FUZZY RISK PRIORITY NUMBER*)

Defect	Penyebab	R_i^s	R_i^o	R_i^d	\hat{W}^s	\hat{W}^o	\hat{W}^d	FRPN	Rank
Keropos	Operator Tidak teliti	2,6	4,33	2,3				0,910343011	9
	Tidak ada jadwal pembersihan mesin Induction Furnace	4,1	5,67	3,3				2,697098685	4
	Waktu pengecoran terlalu padat	3	4,33	3,9				1,78110589	7
	Tidak ada standard SOP	2,3	2,73	1,8				0,397355263	11
	Tidak dilakukan pengecekan bahan baku	4,4	5,33	3,7				3,050686579	3
Crack	Tidak ada jadwal <i>maintenance crane</i>	3,9	4,33	3,2				1,899846283	6
	Tidak ada SOP mengenai tahap pemanasan	5,8	7,67	3,6	0,68	0,56	0,43	5,630433586	2
	Waktu penahanan panas tidak dijadwalkan	5,2	5,67	5,8				6,012157897	1
Sinter	Operator tidak berpengalaman dalam pembuatan cetakan	3,6	4,33	2,3				1,260474938	8
	Tidak ada takaran bahan baku yang paten	4,3	6,67	2,3				2,319199493	5
Mismachining	Tidak ada jadwal maintenance mesin berkala	3,9	4,33	3,2				1,899846283	6
	Kurangnya staff Maintenance	2,3	3,33	2,3				0,619321116	10

Berdasarkan hasil perhitungan *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN) didapatkan Mode kegagalan untuk diprioritaskan dalam melakukan perbaikan, dengan nilai FRPN tertinggi sebesar 6,012157897 adalah Waktu Penahanan panas pada dapur krimp tidak dijadwalkan pada proses *Assembly* sehingga elemen panas yang ada didalam mantel akan tertahan sehingga menimbulkan *defect* berupa *crack/* retak. Maka Perbaikan prioritas yang perlu dilaksanakan oleh PT.BARATA INDONESIA adalah Menjadwalkan waktu penahanan panas pada dapur krimp agar saat proses *assembly* tidak terjadi kembali *Defect* yang pada akhirnya akan menimbulkan kerugian pada proses produksi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Analisa kecacatan produk *General Assy Roller* dengan metode Six Sigma mengidentifikasi terdapat 4 jenis cacat yang terjadi yakni Keropos, *Crack*, Sinter, dan Mismaching. Frekuensi cacat terbanyak yaitu *Mismachining* dengan presentase sebesar 38,63%. Dari

hasil rata-rata DPMO pada periode produksi 2017-2019 sebesar 30244 didapatkan nilai sigma sebesar 3,36 serta indeks kapabilitas proses (Cpk) sebesar 1.

Berdasarkan metode Fuzzy FMEA yang telah diterapkan, mendapatkan nilai FRPN tertinggi sebesar 6,012157897 dengan faktor penyebab kegagalan diakibatkan oleh waktu penahanan panas pada dapur krimp yang tidak terjadwal. Maka, Usulan mengenai tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi defect yang terjadi adalah dengan menjadwalkan waktu penahanan panas pada saat proses Assembly dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Dian Kristiyani, (2017). "Analisis pengendalian kualitas pada proses pengemasan Yoghurt dengan metode Six Sigma dan Fuzzy FMEA (Studi kasus PT. Kusumasatria Agrobio Taniperkasa, Batu-Jawa Timur)", Skripsi, Teknik Industri, Universitas Negeri Brawijaya, Malang.
- Chanamool, T. Naenna., (2016), "Fuzzy FMEA Application to improve decision making process in emergency department", *Applied soft computing journal*. URL:<https://dx.doi.org/j.asoc.2016.01.007> [Diunduh tanggal 11 Januari 2020]
- Chugani, N.V.K., et al., (2017), "Investigating the green impact of lean, six sigma and lean six sigma : A systematic literature review", *International Journal Of Lean Six Sigma*, Vol 8, Issue 1.
- Damayanti, Wahyu Setia., (2019) "Sistem produksi sparepart mesin giling tebu dan pengendalian kualitas mantel toll gilingan pabrik peralatan industri agro (PIA) PT.Barata Indonesia (Persero)", Laporan Praktik Kerja Lapangan, Teknik Industri, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Dhorometski, Everton., et al., (2014), "Lean, Six sigma, and Lean Six Sigma : An analysis based on operational strategy", *International Journal of Production Research*, Vol 52, No 3, pp 804-827.
- Gasperz, V., (2007), *Lean six sigma for Manufacturing Service Industries*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, V., (2012), *All in One Management Toolbook*, PT. Bros Publising, Bogor.
- Geramian, Arash., et al., (2018) "Fuzzy Logic Based FMEA robust design : quantitative approach for robustness against groupthink in group/team decision making", *International Journal of Production Research*, URL: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1471236> [Diunduh 11 Januari 2020]
- Jones, Erick C., (2014), "Quality Management For Organizations using Lean Six Sigma Technique", CRC Press, Amerika Serikat.
- Liu, H., Chen, Y., You, J. et al., (2013), "Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy digraph and matrix approach", *Journal Intell Manuf*, No 27, pp 805–816. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-0915-6> [Diunduh 11 Januari 2020]
- Paciarotti, C., Giovanni, M., and Davide, D., (2014), "A revised FMEA Appliaction to the Quality Control management", *International Journal of Quality & reliability management* Vol 31, No 7, pp 787-811.
- Pratiwi, Annisa. I. et al., (2016), "Pendekatan metode lean six sigma dan Cumulative Sum dalam pembuatan kain grey pada departemen shuttle II (Studi kasus PC GKBI Yogyakarta)", Seminar IENACO, ISSN: 2337-4349
- Raval, Shruti. J., Ravi, Kant., Ravi Shankar., (2018), "Lean six sigma Implementation : modelling the interactions among the enablers", *International Journal of production planning control*, ISSN 0953-7287.
- Roesmasari, Rindha Ayu., (2018), "Strategi Peningkatan kualitas leather dengan metode lean six sigma dan Fuzzy FMEA (Studi kasus Sumber Rejeki)", *Jurnal teknologi pertanian*, vol 19, no 23, pp 183-192.
- Saha, Abhjit, Dkk., (2016), "Performance analysis and optimisation in turning of ASTM A36 through Process capability index", *Journal of king saud University-Engineering Science*, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363916300> [Diunduh 11 Januari 2020]
- Suliantoro, Hery, Dkk., (2016), "Analisis penyebab kecacatan dengan metode FMEA dan FTA di PT. ALAM DAYA SAKTI SEMARANG", *Jurnal Teknik Industri, Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Semarang*.
- Tooranlo, H. S., Areezo, S. A., Somayeh, A., (2018), "Evaluating Knowledge management failurs factor using intuistic Fuzzy FMEA Approach", *Springer Journal*, No. 10115, pages 23.
- Wahyani, Widhi Dkk., (2010), "Penerapan Metode Six Sigma Dengan Konsep Dmaic Sebagai Alat Pengendali Kualitas", *Jurnal Manajemen Teknologi*, Vol. 16, No.1, pp 30-38.
- Wahyuni, Hana Catur, Dkk., (2015), *Pengendalian Kualitas, Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., & Yang, J. B, (2010), "Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean", *Expert Systems with Applications*, Vol 36, No 2, pp 1195-1207, URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.028> [Diunduh 11 Januari 2020]