

**ANALISIS CACAT PRODUKSI FLYWHEEL DENGAN MENGGUNAKAN  
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

<sup>1)</sup>Nataya Charoonsri Rizani, <sup>2)</sup>Farhan Ghifary

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,  
Institut Sains dan Teknologi Nasional

Email : [natayarizani@istn.ac.id](mailto:natayarizani@istn.ac.id)

**ABSTRAK**

Flywheel adalah salah satu produk yang dihasilkan oleh PT X dengan tingkat cacat yang tinggi sebesar 5.6%. Hal ini menyebabkan target produksi harian tidak tercapai. Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisa cacat produksi flywheel, menentukan cacat dominan, penyebab dan usulan perbaikan. Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dalam metode ini akan ditentukan angka severity (keparahan), occurrence (kekerapan) dan detection (kemudahan terdeteksi). Ketiga angka tersebut akan dipergunakan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN). Cacat dominan akan ditentukan berdasarkan RPN yang tertinggi. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan diagram pareto terdapat 8 jenis kecacatan yang akan dianalisa penyebab dan diusulkan perbaikan menggunakan fishbone diagram.

Kata Kunci : FMEA, RPN, diagram pareto, flywheel

**ABSTRACT**

Flywheel is one of the products produced by PT X with a high defect rate of 5.6%. This causes the daily production target not to be achieved. The purpose of this research was to analyze the defect, determine the dominant effect, causes and proposed improvements. The methods used was Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). In this method would be determined the severity, occurrence and detection number. The three numbers were used to calculate Risk Priority Number (RPN). The dominant defect were determined based on the highest RPN. Based on the Pareto Diagram there were 8 types of dominant defects that would be analyzed for causes using fishbone diagram.

Keyword : FMEA, RPN, pareto diagram, flywheel

**PENDAHULUAN**

**1. Latar Belakang**

PT X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang part otomotif yang memproduksi flywheel. Berdasarkan data kecacatan yang telah diambil selama 1 tahun dari 1 Januari 2017 – 31 Desember 2017 terdapat 27 jenis cacat produksi dengan nilai kecacatan 5.6%. Tingginya angka kecacatan menyebabkan target produksi harian tidak tercapai. Dari 27 jenis cacat perusahaan meminta untuk menganalisa 10 cacat dominan yaitu Internal Shrinkage, Air Gap, Thread M8 Over & Minus, Face NG, NG Balancing, Inner Diameter  $\varnothing$  36 (+), Outer Diameter  $\varnothing$  237 (-), Hole  $\varnothing$  8 (Pin Straight) Over, Ring Gear Gap Over, dan Minor  $\varnothing$  6.65 Over.

Salah satu metode yang dapat dipergunakan untuk menganalisa kecacatan dominan adalah FMEA. FMEA merupakan metode pendekatan kualitatif yang menerapkan suatu metode pentabelan yang dapat mempermudah dalam menganalisa data kegagalan untuk acuan dalam melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadinya masalah.

**1.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah menentukan kecacatan dominan, penyebab dan cara pencegahannya.

**1.2 Batasan Masalah**

Agar pembahasan dari masalah tidak meluas, maka dibatasi masalah sebagai berikut :

- Pengendalian kualitas hanya menekankan pada produksi Flywheel yang mengalami cacat pada saat proses produksi
- Data produksi Flywheel hanya pada bulan Januari 2017 – Desember 2017
- Studi Kasus dilakukan di PT X, Karawang – Jawa Barat
- Penelitian hanya akan membahas 10 jenis cacat dominan
- Penelitian tidak melakukan pembahasan dan analisis terhadap biaya

## STUDI LITERATUR

### 1.3 Flywheel

Flywheel atau roda gila atau roda penyeimbang gaya adalah salah satu elemen mesin yang berbentuk bulat dengan bobot massa yang besar, yang terhubung langsung dengan poros engkol dan biasanya terletak sebelum atau setelah alat penghubung untuk output. Flywheel ini berfungsi sebagai penyeimbang gaya dan mengatur putaran mesin sehingga putaran mesin dapat berjalan dengan baik. Prinsip kerja dari Flywheel ini adalah menjaga putaran mesin agar tetap berjalan normal dan tidak kaku sehingga output yang dihasilkan bisa dikontrol.

### 1.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain system dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruh-pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level sistem, item-item khusus yang kritis dapat dinilai dan tindakan-tindakan perbaikan diperlukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari mode-mode kegagalan yang kritis.

Dalam FMEA dapat dilakukan perhitungan RPN untuk menentukan tingkat kegagalan tertinggi. Risk Priority Number (RPN) merupakan hubungan antara tiga buah variabel yaitu severity (keparahan), occurrence (frekuensi kejadian), detection (deteksi kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan.

#### a. Severity (Keparahan)

*Severity* merupakan nilai keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan sistem. Peringkat 1 (kondisi terbaik) sampai peringkat 10 (kondisi terburuk).<sup>2</sup>

Tabel 1. Kriteria Severity

Efek	Ranking	Kriteria
Berbahaya tanpa ada peringatan	10	Dapat membahayakan operator (mesin atau peralatan) tanpa adanya peringata
Berbahaya dengan peringatan	9	Dapat membahayakan operator dengan peringatan
Gangguan bersifat mayor	8	Seluruh komponen (100%) yang dihasilkan tidak dapat digunakan (scrap)
Gangguan yang signifikan	7	Sebagian komponen (<100%) yang dihasilkan tidak dapat digunakan (Scrap)
Gangguan yang bersifat sedang	6	Seluruh (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang secara off-line dan diterima (rework)
Gangguan yang bersifat sedang	5	Sebagian (<100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang in-station sebelum menuju proses selanjutnya
Gangguan yang bersifat sedang	4	Sebagian (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang in-station sebelum menuju proses selanjutnya
Gangguan yang bersifat sedang	3	Sebagian (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang in-station sebelum menuju proses selanjutnya
Gangguan bersifat minor	2	Efek yang kecil pada proses, operasi atau operator
Tidak Ada	1	Tanpa efek

#### b. Occurrence (Frekuensi Kejadian)

*Occurrence* adalah ukuran seberapa sering kegagalan terjadi, digunakan peringkat 1 (permasalahan yang jarang terjadi atau terkontrol) sampai peringkat 10 (munculnya permasalahan sangat tinggi).

Tabel 2. Kriteria Occurrence

Kemungkinan Kegagalan	Tingkat kegagalan	Ranking
Sangat tinggi : kegagalan terus menerus terjadi	$\geq 100$ dari 1000 satuan	10
	50 dari 1000 satuan	9
Tinggi : keagal sering terjadi	20 dari 1000 satuan	8
	10 dari 1000 satuan	7
Menengah : kegagalan kadang – kadang terjadi	5 dari 1000 satuan	6
	2 dari 1000 satuan	5
	1 dari 1000 satuan	4
Rendah : kegagalan sedikit terjadi	0,5 dari 1000 satuan	3
	0,1 dari 1000 satuan	2
Hampir tidak ada kegagalan terjadi	$\leq 0,01$ dari 1000 satuan	1

## c. Detection (Deteksi Kegagalan)

*Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Digunakan peringkat 1 (pasti terdeteksi atau cepat bisa menunjukkan kegagalan yang terjadi) sampai 10 (tidak terdeteksi atau alat kontrol tidak bisa mendeteksi kegagalan).

Tabel 4. Kriteria Detection

Deteksi	Ranking	Kriteria
Hampir Pasti	1	Komponen yang tidak sesuai tidak dapat dihasilkan
Sangat tinggi	2	Error detection in station (automatic gauging dengan fitur pemberhentian secara otomatis). Tidak dapat melewati komponen yang tidak sesuai
Tinggi	3	Error detection in station, atau error detection pada operasi berikutnya dengan tipe penerimaan (acceptance) yang berlapis : supply, select, install, verify, tidak dapat menerima komponen yang tidak sesuai
Cukup tinggi	4	Error detection pada operasi berikutnya, atau pengukuran saat setup dan pemeriksaan pada komponen pertama yang dihasilkan (first-piece check)
Sedang	5	kontrol deteksi berdasarkan pengukuran setelah komponen meninggalkan stasiun (variable gauging), atau Go/No Go gauging dilakukan pada 100% dari komponen setelah komponen meninggalkan stasiun
Rendah	6	Kontrol deteksi dilakukan dengan metode SPC (Statistical process control)
Sangat rendah	7	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan ganda secara visual
Kecil	8	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan secara visual
Sangat kecil	9	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan secara random
Hampir tidak mungkin	10	Tidak dapat mendeteksi

## d. RPN

RPN adalah indikator kekeritisan untuk menentukan tindakan korektif atau tindakan pengurangan kegagalan sistem yang terjadi sesuai dengan mode kegagalan. RPN merupakan bagian dari metode FMEA yang didapat dari hasil perkalian. Nilai RPN dihasilkan dari perkalian antara severity, occurrence, dan detection, atau dituliskan dengan rumus:

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yang dilaksanakan selama proses penelitian, yaitu :

1. Identifikasi dan perumusan masalah  
Pada tahap ini dilakukan brainstorming tentang konsep dan permasalahan yang akan dibahas serta dilakukan identifikasi untuk mengatasi permasalahan dengan menggunakan metode atau analisa yang relevan.
2. Pengumpulan dan Pengolahan Data
  - a. Pengumpulan Data  
Metode penelitian yang meliputi persiapan penelitian, sistematika penulisan, tempat dan waktu penelitian dan jadwal penelitian.
  - b. Pengolahan Data  
Analisa dan pembahasan pada bab pengumpulan dan pengolahan data yang dianalisis dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
3. Analisis dan Kesimpulan  
Analisa dilakukan sesuai acuan atau tujuan yang hendak dicapai serta pertimbangan beberapa faktor yang akan mempengaruhi hasil dari penelitian.

Kesimpulan didapatkan dari hasil analisa yang telah cocok atau valid sesuai dengan data yang telah di olah dan hendak dijadikan hasil akhir dari penelitian yang sedang dilakukan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh dengan melakukan pengamatan pada bagian produksi. PT. X memproduksi flywheel sebanyak 197243 selama 1 tahun, mulai 1 Januari 2017 – 31 Desember 2017.

Tabel 5. Jenis Cacat Produksi

No	Jenis - Jenis NG	Total	Rank
1	Internal Shrinkage	9045	1
2	Air Gap	1889	2
3	Thread M8 Over & Minus	16	5
4	Face NG	5	10
5	NG Balancing	87	3
6	Chamfer Ø PIN (+)	1	19
7	Tap M8 NG	2	14
8	Welding NG	3	12
9	Inner Diameter Ø 65 (+)	2	14
10	Inner Diameter Ø 36 (+)	18	4
11	Inner Diameter Ø (+)	1	19
12	Overfill	3	12
13	Outer Diameter Ø 237 (-)	8	7
14	Outer Diameter Ø (-)	1	19
16	Hole Ø 4.0 Rusak	1	19

No	Jenis - Jenis NG	Total	Rank
17	Distance 8 (-)	2	14
18	Ring Gear Gap Over	6	9
19	Chamfer Ø OD 259.2 Over	2	14
20	Chamfer Thread M8 (+)	2	14
21	Paralisesemme Over	5	10
22	Chamfer (+)	1	19
23	Hole Ø 8 (Pin Straight) Over	7	8
24	Distance Miring	1	19
25	Hole Pose NG	1	19
26	Tool 7 Ngejam	1	19
27	Minor Ø 6.65 Over	13	6
TOTAL		11123	

Dari data tabel 5, diambil 10 jenis cacat produksi yang dominan untuk di analisis menggunakan metode FMEA. Jenis – jenis nya yaitu Internal Shrinkage, Air Gap, Thread M8 Over & Minus, Thickness Face NG, NG Balancing, Ø Inner Diameter 36 (+), Ø Outer Diameter 237 (-), Hole Ø 8 (Pin Straight) Over, Ring Gear Gap Over, dan Minor Ø 6.65 Over.

Pembahasan meliputi hasil perhitungan berdasarkan metode FMEA, diagram Pareto dan cause and effect diagram.

#### 4.1 Analisa Jenis Cacat Pada Proses produksi Flywheel dengan FMEA

Berdasarkan hasil penentuan angka severity, occurence dan detection seperti yang terlihat pada tabel 6, dapat terlihat cacat yang penting untuk diatasi berdasarkan ranking nilai RPN. Semakin tinggi nilai risiko RPN (tabel 7) maka menunjukkan semakin bermasalah atau tinggi tingkat kekritisan suatu sistem tersebut, begitu sebaliknya.

Tabel 6. Contoh Worksheet FMEA

Proc. No	Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	SEV	Potential Cause(s) of Failure	OCC	Control Detection	DET	RPN
4	Turning	Internal Shrinkage	Kekuatan material berkurang dan berpotensi terjadi crack pada sekitar area tersebut	7	Ada udara terjebak saat proses pouring	9	Melakukan pengecekan visual 100% terhadap part	2	126
5	Turning	Air Gap	Part tidak terassy dengan seharusnya	6	Ketebalan part tidak sama rata di setiap bagian	7	Memastikan mesin tidak mengeluarkan alarm sebelum melakukan proses	2	84
8	Balancing	NG Balancing	Getaran engine yang besar,	8	Akurasi mesin yang menurun, drill aus	3	Pengecekan produk initial,	2	48

			akibatnya gear akan cepat aus				dari awal & akhir shift		
--	--	--	----------------------------------	--	--	--	----------------------------	--	--

Tabel 7. Nilai RPN

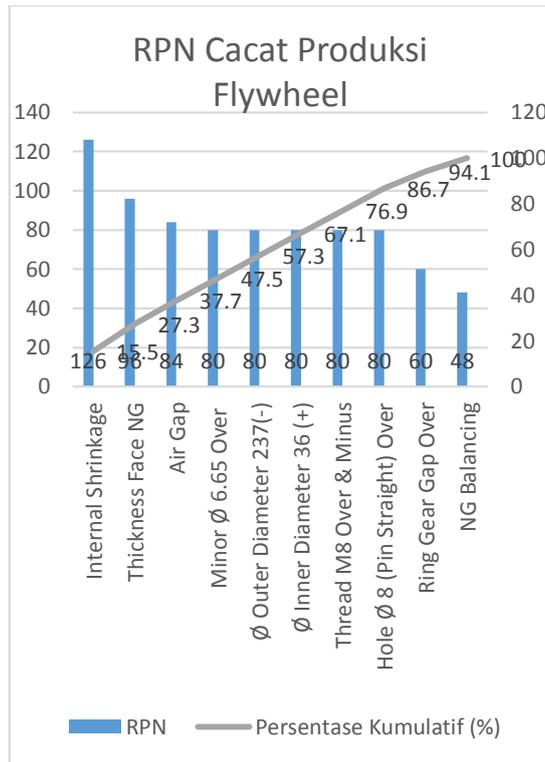
No	Jenis cacat	RPN
1	Internal Shrinkage	126
2	Thickness Face NG	96
3	Air Gap	84
4	Minor Ø 6.65 Over	80
5	Ø Outer Diameter 237(-)	80
6	Ø Inner Diameter 36 (+)	80
7	Thread M8 Over & Minus	80
8	Hole Ø 8 (Pin Straight) Over	80
9	Ring Gear Gap Over	60
10	NG Balancing	48

#### 4.2 Diagram Pareto

Sesudah meranking nilai RPN maka digunakan prinsip pareto 80-20 untuk memilih jenis cacat produksi yang akan dianalisa lebih lanjut fishbone diagram (tabel 8, gambar 1)

Tabel 8. Total Kumulatif RPN

No	Jenis Cacat	Total Kumulatif	Persentase Kumulatif
1	Internal Shrinkage	126	15,5
2	Thickness Face NG	222	27,3
3	Air Gap	306	37,7
4	Minor Ø 6.65 Over	386	47,5
5	Ø Outer Diameter 237(-)	466	57,3
6	Ø Inner Diameter 36 (+)	546	67,1
7	Thread M8 Over & Minus	626	76,9
8	Hole Ø 8 (Pin Straight) Over	706	86,7
9	Ring Gear Gap Over	766	94,1
10	NG Balancing	814	100



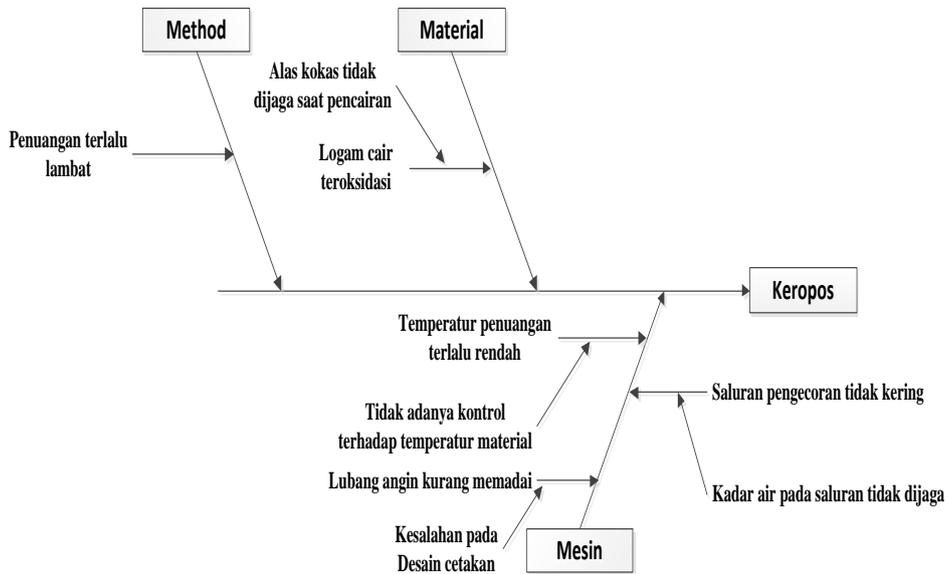
Gambar 1. Diagram Pareto

Berdasarkan gambar 1 dapat cacat dengan RPN persentase kumulatif sampai 80% yaitu Internal Shrinkage sampai dengan Hole Ø 8 (Pin Straight) Over akan dianalisa dengan menggunakan *fishbone diagram*.

**4.3 Cause Effect Diagram**

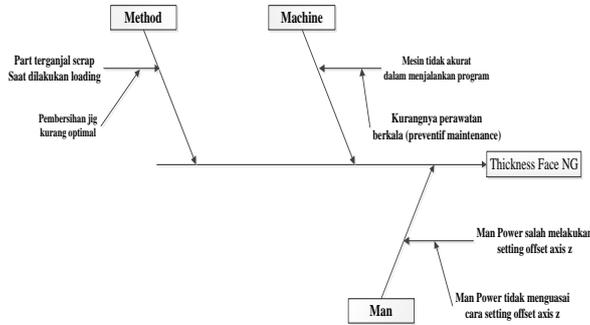
Setiap jenis cacat dominan akan dianalisa menggunakan fishbone diagram, seperti yang terlihat pada gambar 2-9.

1. Internal Shrinkage



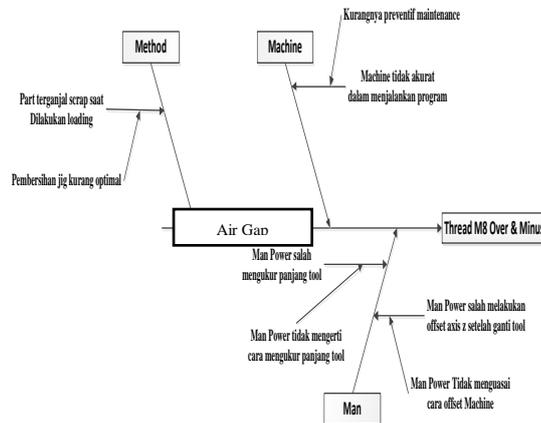
Gambar 2. Internal Shrinkage

2. Thickness Face NG



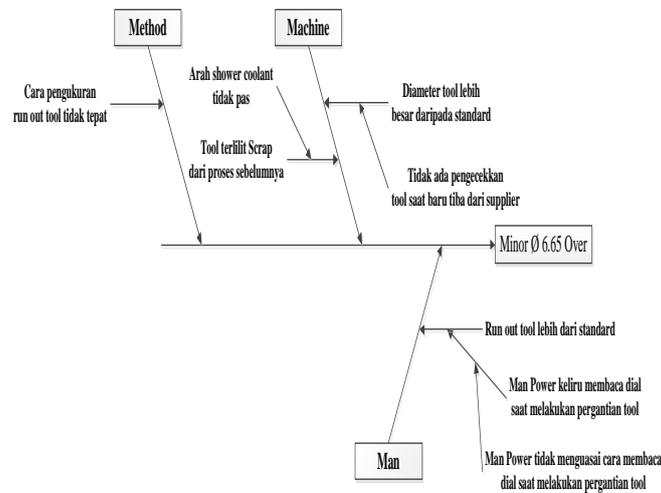
Gambar 3. Thickness Face NG

3. Air Gap



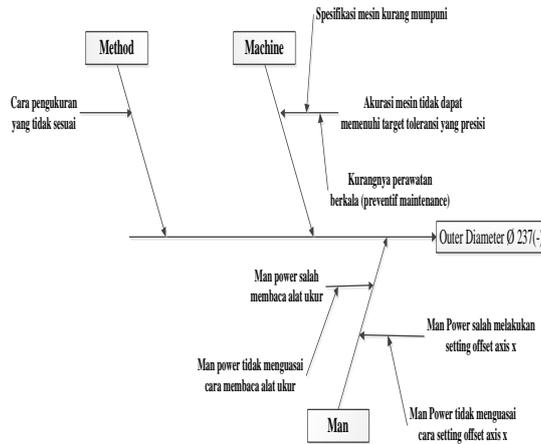
Gambar 4. Air Gap

4. Minor Ø 6.65 Over



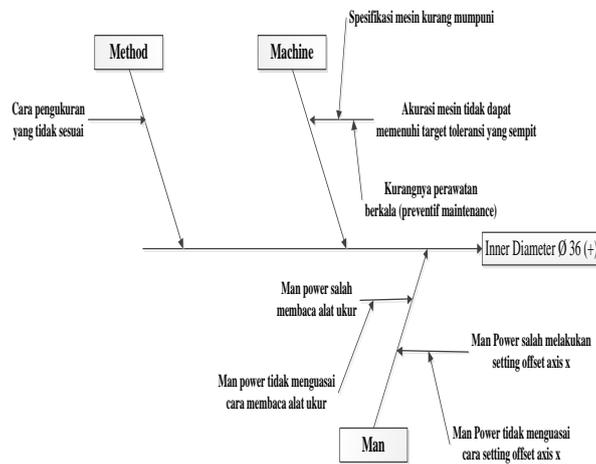
Gambar 5. Minor Ø 6.65 Over

5. Outer Diameter Ø 237 (-)



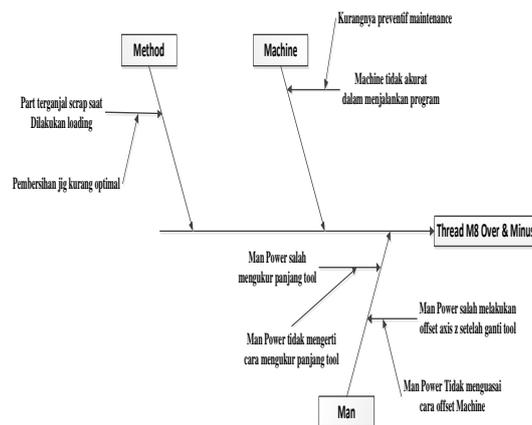
Gambar 6. Outer Diameter Ø 237 (-)

6. Inner Diameter Ø 36 (+)



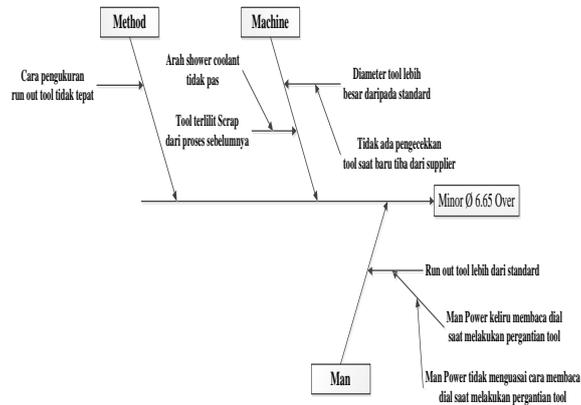
Gambar 7. Inner Diameter Ø 36 (+)

7. Thread M8 Over & Minus



Gambar 8. Thread M8 Over & Minus

## 8. Hole Ø 8 (Pin Straight) Over



Gambar 9. Hole Ø 8 (Pin Straight) Over

## KESIMPULAN

1. Setelah dilakukan analisa RPN terhadap jenis cacat produksi Flywheel dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diketahui bahwa Produksi Flywheel sudah memenuhi standard dan belum membutuhkan perbaikan karena nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari 10 cacat dominan masih dibawah standard yaitu 200.
2. Dari 10 jenis cacat yang di analisa, Internal Shrinkage memiliki RPN paling besar yaitu sebesar 126, dan NG Balancing memiliki RPN paling kecil yaitu 48.
3. Dari fishbone diagram yang telah dibuat, usulan perbaikan untuk jenis cacat Internal Shrinkage yaitu, menjaga kadar air pada saluran pengecoran, temperatur tuang logam sebelum penuangan dipastikan sudah sesuai, dan pembuatan cetakan untuk lubang angin yang cukup. Untuk Thickness Face NG, usulan perbaikannya yaitu dilakukan training terhadap man power, membuat jadwal perawatan berkala dengan frekuensi yang tetap, dan melakukan pembersihan jig dengan optimal. Untuk Air Gap, usulan perbaikannya yaitu membuat jadwal perawatan berkala dengan frekuensi yang tetap, dan melakukan pembersihan jig dengan optimal.

## 2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perusahaan sebaiknya melakukan perbaikan pada masalah jenis cacat Internal Shrinkage karena memiliki RPN dan frekuensi kejadian tertinggi, dengan melakukan penelitian lanjutan tentang masalah tersebut, agar frekuensi kejadian cacat Internal Shrinkage dapat berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sofjan Assauri. 1998. Manajemen Operasi Dan Produksi. Jakarta : LP FE UI.
- [2]. Heizer, Jay dan Barry Render. 2006. Manajemen Operasi ed7. Jakarta: Salemba Empat.
- [3]. MN. Nasution. 2005. Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management). Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [4]. J.M Juran. 1988. Juran's Quality Control Handbook 1&2, 4th edition, McGrawHill, Inc.
- [5]. Montgomery, Douglas C., 2001, Introduction to Statistical Quality Control, 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York
- [6]. Gaspersz, V. 2002. Manajemen Kualitas: Penerapan Konsep-Konsep Kualitas dalam Manajemen Bisnis Total. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [7]. R.E. McDermott, R.J Mikulak, and M.R. Beauregard. 2009. The basics of FMEA 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Taylor and Francis Group.
- [8]. Dieter, George E. 2000. Engineering Design: A Material and Processing Approach. Singapore: McGraw-Hill Companies, inc.