



# **Penerapan *Lean Six Sigma* untuk Mereduksi *Waste* dan Peningkatan Kualitas Proses Produksi *Bogie S2HD-9C***

Disusun oleh:  
M. Ramadhan A  
2512100003



Dosen Pembimbing:  
Ir. Hari Supriyanto, MSIE  
NIP. 196002231985031002

# Outline

---

1

**PENDAHULUAN**

2

**TINJAUAN PUSTAKA**

3

**METODOLOGI PENELITIAN**



**PENGUMPULAN &  
PENGOLAHAN DATA**

4

**ANALISIS**

5

**KESIMPULAN & SARAN**

6





# PENDAHULUAN

# Latar Belakang



**barata indonesia** PT. (PERSERO)



*Make To Order*



*Pabrik Foundry*

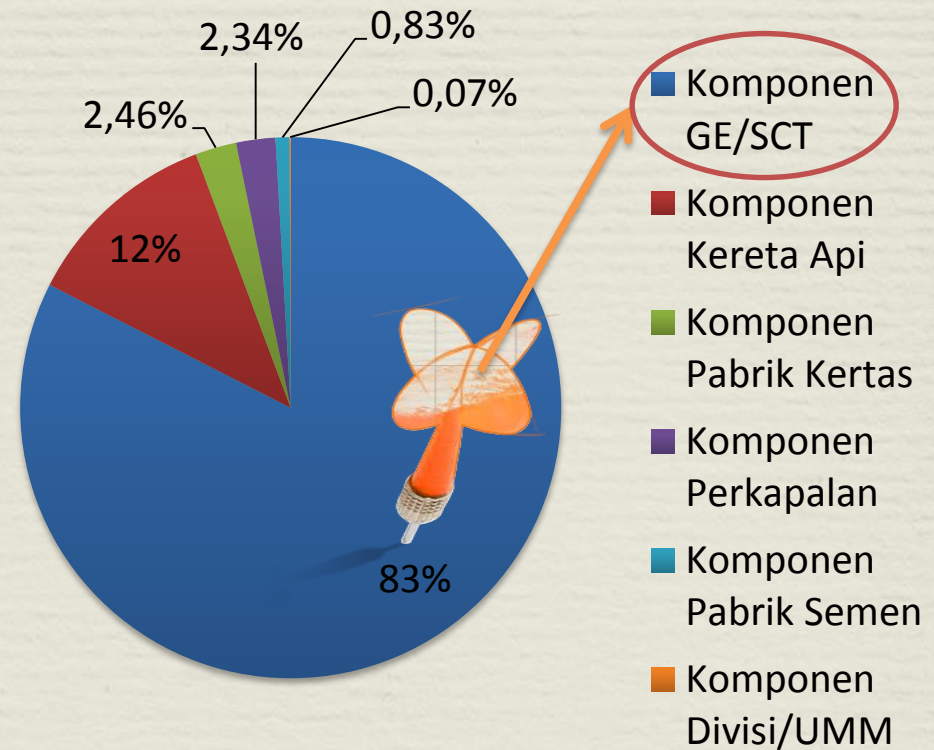


Pengecoran



Permesinan

## Persentase Nilai Jual Produk Divisi Foundry



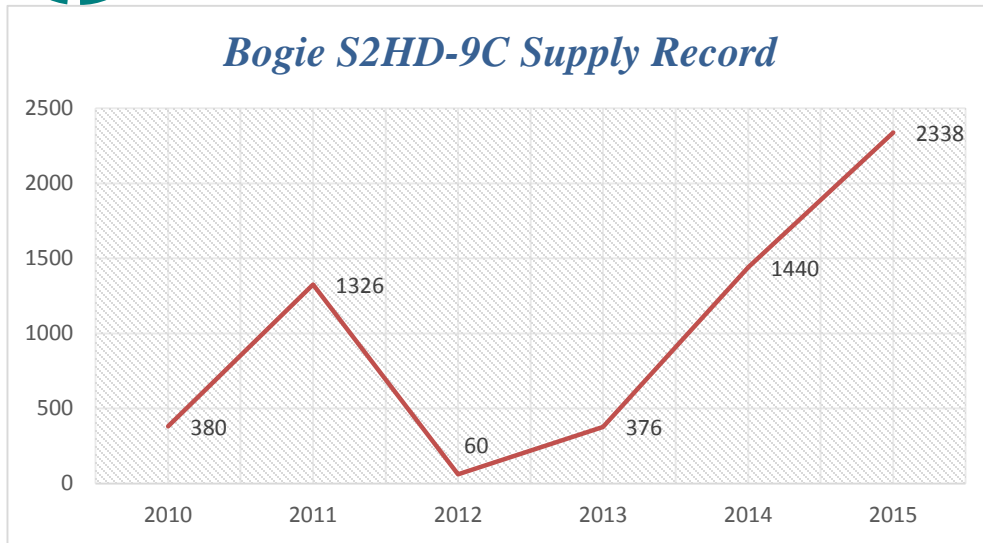
Sumber : PT Barata Indonesia

# Latar belakang penelitian (cont..)



## DEFECT atau produk afkir

*Bogie S2HD-9C Supply Record*



Sumber : PT. Barata Indonesia (2016)



Jumlah defect tinggi, hingga **24,43%**



Cost untuk rework tinggi



Peningkatan **Lead Time**



**DEFECT**



Proses ulang di mesin tertentu

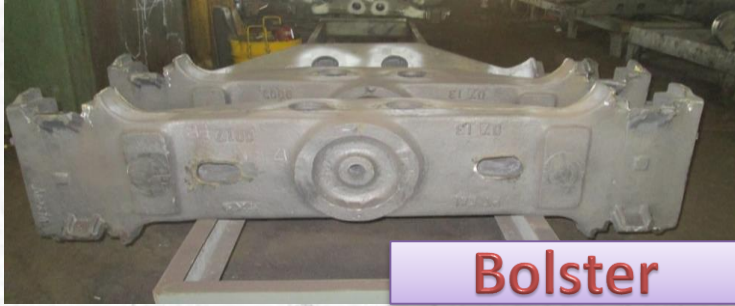


Lebur kembali





# Jenis – Jenis Cacat Produk *Bogie S2HD-9C*



**Bolster**



**Side Frame**



**Cold Shut**



**Cross Joint**

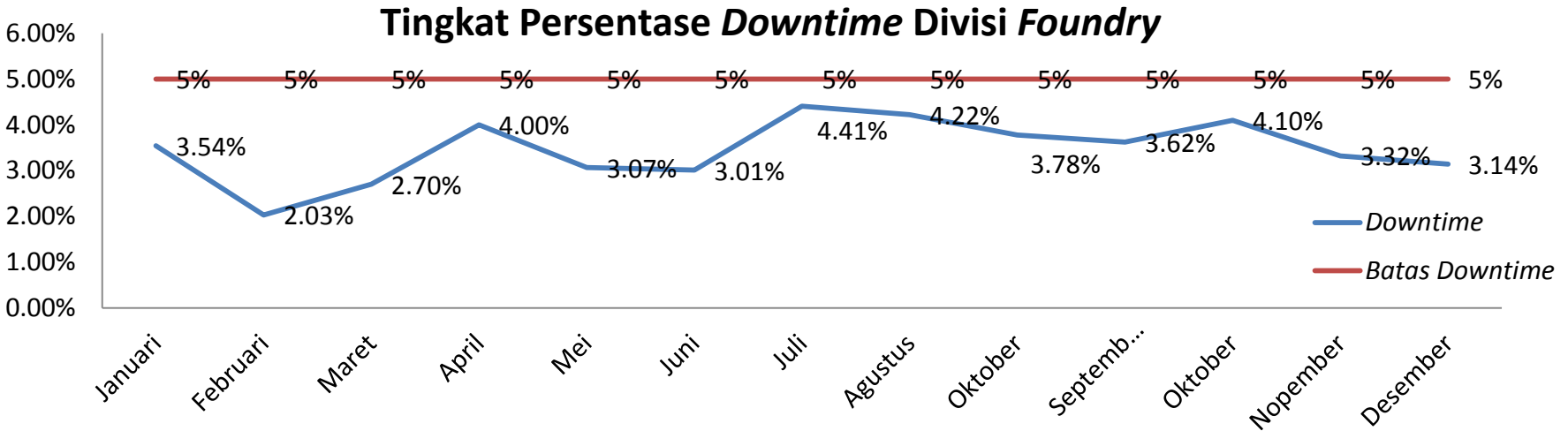


**Sand Drop**



**Shrinkage**

# Indikasi Waiting



Kode Kontrak	Jumlah (set)	Jumlah Amandemen	Tahun Kontrak Mulai	Tahun Kontrak Selesai
SCT 0729	60	3	2013	2013
SCT 0775	18	4	2013	2014
SCT 0829	118	7	2014	2014
SCT 0868	60	2	2014	2015
SCT 0934	99	7	2015	2016





# Lean Six Sigma

**Reduksi *Non Value Activities***

(Hines & Taylor, 2000)

**Reduksi *Waste***

(Gasperz, 2006)

**Reduksi Variansi**

(Gasperz, 2006)

**Reduksi Biaya**

(Gasperz, 2006)

**Peningkatan Kualitas**



“**Mereduksi waste** yang terjadi selama **proses produksi bogie S2HD-9C** serta meningkatkan kualitas proses produksi dengan menerapkan konsep dan metodologi **lean six sigma**.”

**RUMUSAN MASALAH**



# Tujuan Penelitian

1

- Mengidentifikasi *waste* kritis yang menyebabkan *losses* pada proses produksi *bogie* S2HD-9C

3

- Mengidentifikasi risiko implementasi *lean six sigma* di unit produksi *bogie* S2HD-9C

2

- Mengetahui akar permasalahan yang memicu terjadinya *waste* kritis pada proses produksi *bogie* S2HD-9C

4

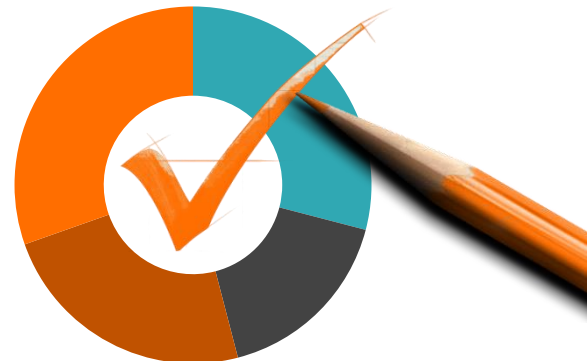
- Memberikan alternatif rekomendasi perbaikan pada proses produksi *bogie* S2HD-9C





# Manfaat Penelitian

- Mengetahui *waste* kritis yang menyebabkan *losses* pada proses produksi *bogie* S2HD-9C
- Mendapatkan evaluasi proses produksi *bogie* S2HD-9C
- Rekomendasi perbaikan yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan performansi proses produksi *bogie* S2HD-9C







**1**

Penelitian dilakukan pada Divisi Industri Pengecoran PT. Barata Indonesia (Persero)

**2**

Data yang digunakan adalah data primer diskusi dengan narasumber dan data sekunder dari periode 2010 hingga 2015

**3**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan fase *define*, *measure*, *analysis*, dan *improvement* tanpa fase implementasi langsung dan tanpa *control* pasca implementasi

## **BATASAN PENELITIAN**



**1**

Tidak terjadi perubahan kebijakan perusahaan selama dilakukan penelitian

**2**

Tidak terjadi perubahan yang signifikan pada sistem produksi perusahaan selama dilakukan penelitian

**3**

Data yang diambil dapat merepresentasikan kondisi real di lapangan

## **ASUMSI PENELITIAN**



# TINJAUAN PUSTAKA



1

Lean Thinking



4

Value Stream Mapping



7

Value Engineering

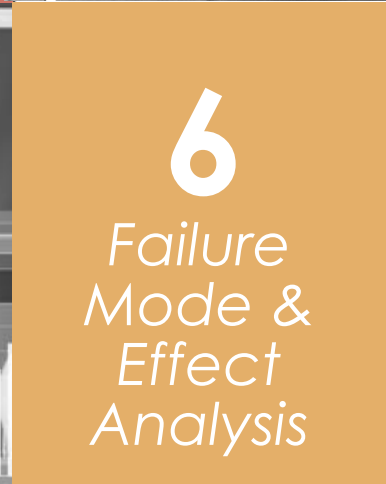
3

Operation Process Chart



6

Failure Mode & Effect Analysis



2

Lean Six Sigma

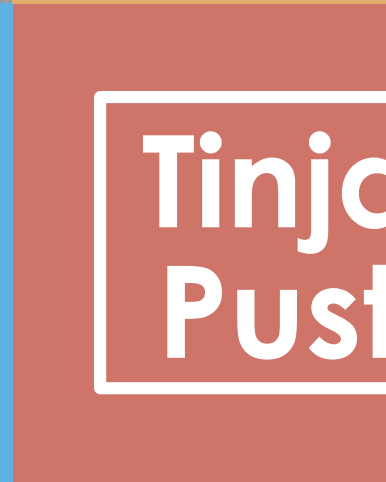


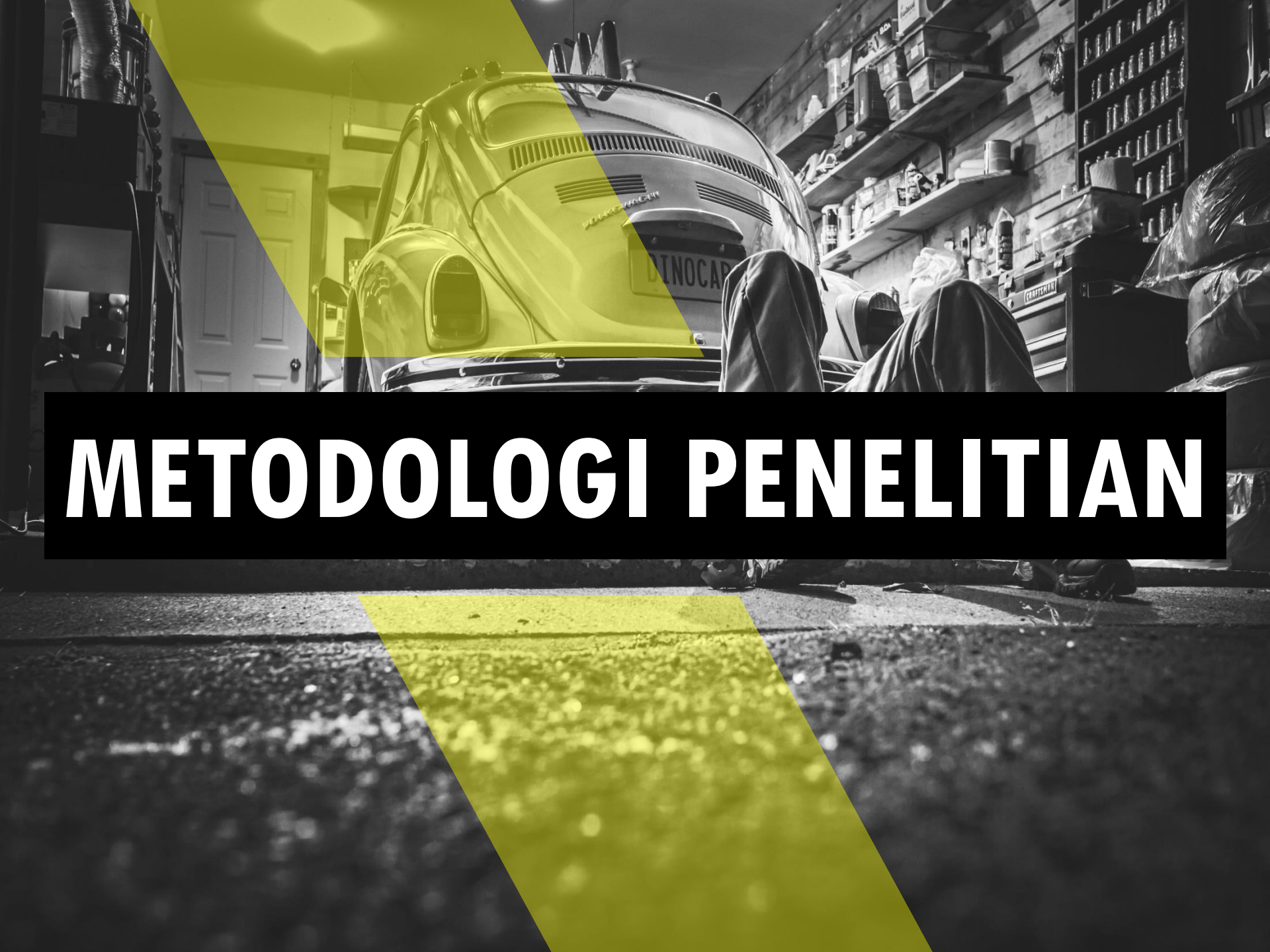
5

Root Cause Analysis



Tinjauan Pustaka





# **METODOLOGI PENELITIAN**

# TAHAP IDENTIFIKASI AWAL



- Pemahaman Kondisi Perusahaan
- Pemahaman Proses Produksi Bogie S2HD-9C Menggunakan *Value Stream Mapping*
- Pengamatan dan Pencarian Data Teknis yang Dibutuhkan

1. Konsep Kualitas
2. Konsep *Lean Six Sigma*
3. Konsep Penggunaan tools (OPC, Pareto, & VSM)
4. *Root Cause Analysis*
5. FMEA
6. *Value Management*
7. AHP



# TAHAP PENGAMBILAN DATA



**Rekap Data Laporan  
Perusahaan  
(Data Sekunder)**

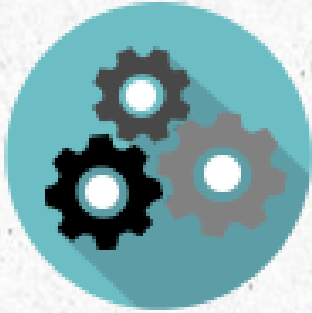


**Wawancara Dengan  
Pihak Perusahaan  
(Data Primer)**



**Observasi / Pengamatan  
Langsung  
(Data Primer)**

# TAHAP *DEFINE*



**Pengamatan Kondisi Eksisting Perusahaan**



**Penggambaran *Value Stream* dan Peta Proses Operasional Produksi Bogie S2HD-9C**



**Identifikasi Jenis Waste yang Terjadi pada Produksi Bogie S2HD-9C**

# TAHAP MEASURE



Mendefinisikan Karakteristik *Critical To Quality Waste*



Menghitung Performansi Eksisting (DPMO & Sigma)



Menghitung Kerugian Finansial dari Waste



Menentukan Waste Kritis

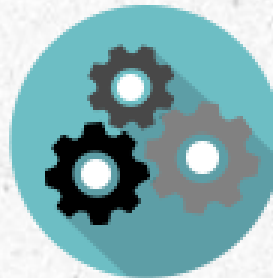
# TAHAP ANALYZE



Menganalisis Waste kritis



Membangun Rangka *Root Cause Analysis*



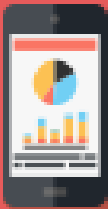
Membangun Kerangka *Failure Mode Effect Analysis*



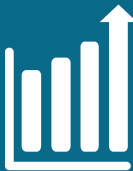
# TAHAP *IMPROVEMENT*



**Membuat Alternatif  
Rekomendasi  
Perbaikan**



**Menghitung *Value*  
Alternatif Usulan  
Perbaikan dengan  
*Value Engineering***



**Menentukan Usaha  
*Improvement* Terbaik  
dari Alternatif Usulan**

# KESIMPULAN & SARAN



**Kesimpulan dari  
Penelitian Yang  
Dilakukan**



**Pemberian Saran  
bagi Perusahaan  
dan Penelitian  
Selanjutnya**



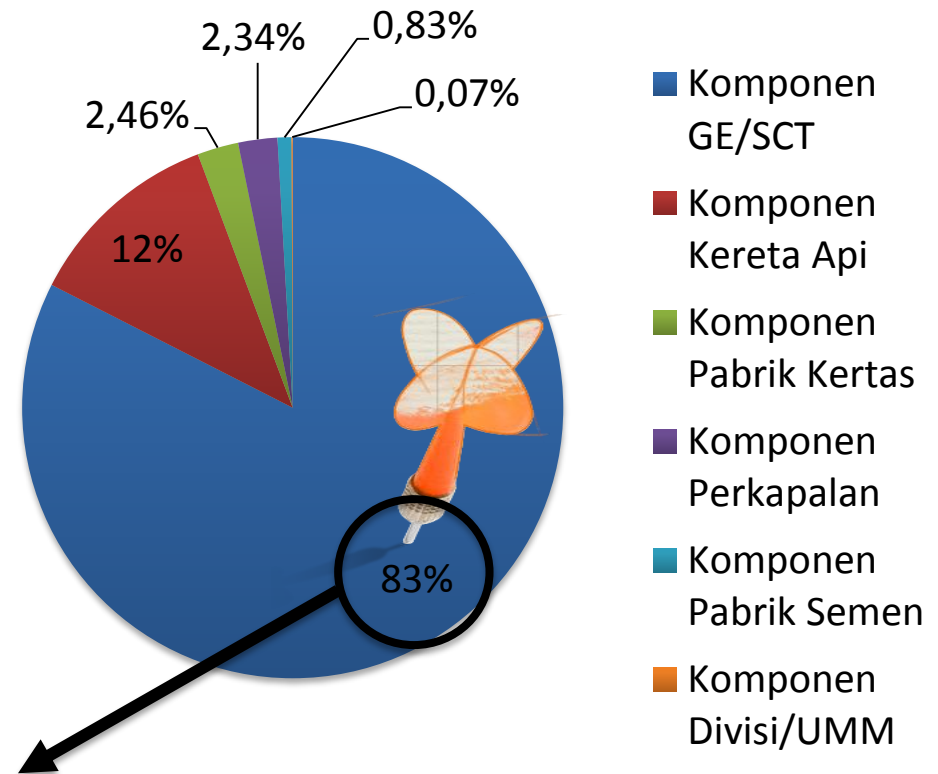
# **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

# DEFINE PHASE

## Identifikasi Produk amatan

Produk Pengecoran  
PT Barata Indonesia

Persentase Nilai Jual Produk Divisi  
Foundry



- Produk komponen Bogie S2HD-9C merupakan produk kritis
- Jumlah *order* tertinggi

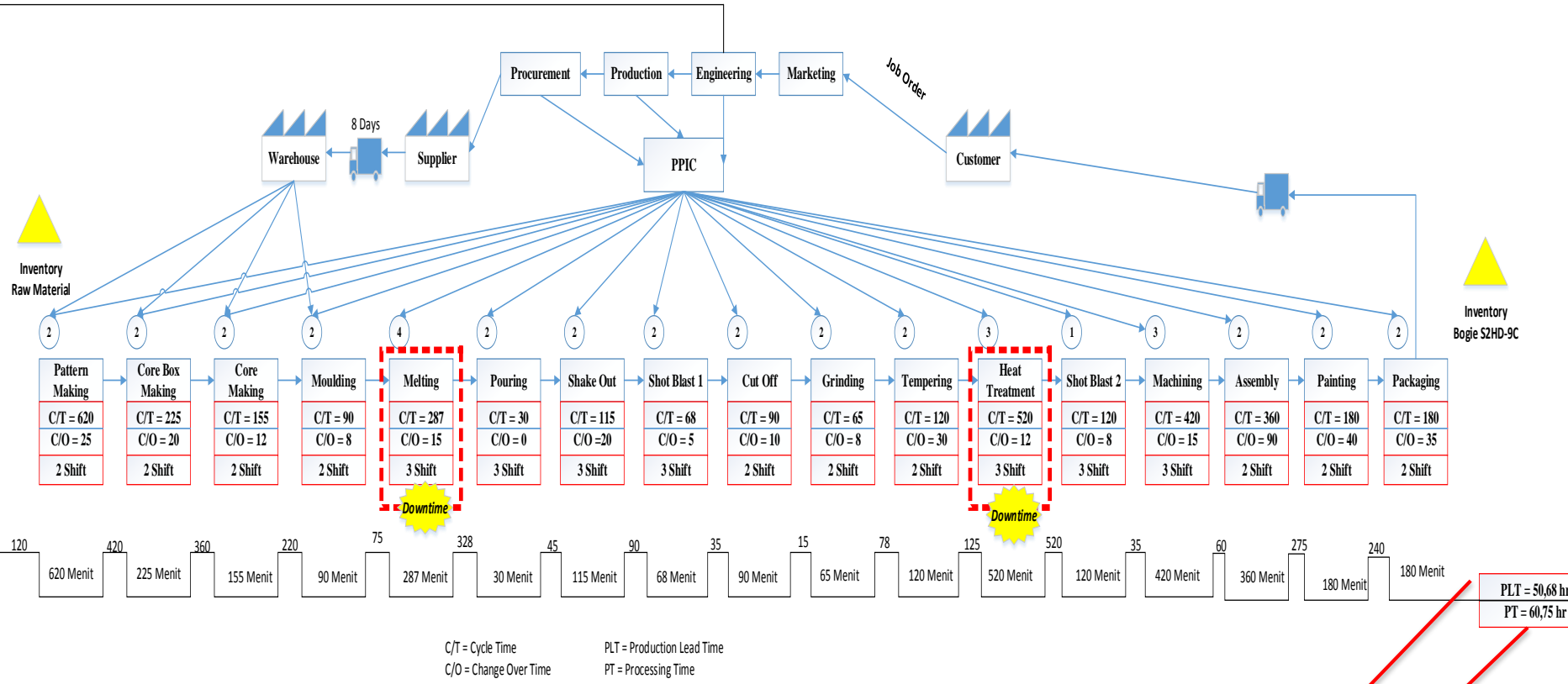


# DEFINE PHASE



## Value Stream Mapping (VSM)

- Aliran Material
- Aliran Informasi



**Total lead time : 3.040 – 4.320 menit**

**Process Time : 3.645 menit**

# DEFINE PHASE



## Klasifikasi Aktifitas

No	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Jumlah
		VA	NNVA	NVA	
1	Pembuatan pola cetakan	3	2	2	7
2	Pembuatan <i>core box</i>	5	1	2	8
3	Pembuatan <i>core</i>	3	4	1	8
4	<i>Moulding</i>	4	5	1	10
5	<i>Melting</i>	5	7	2	14
6	<i>Pouring</i>	1	3	1	5
7	<i>Shake out</i>	1	0	2	3
8	<i>Shoot Blast</i>	2	0	2	4
9	<i>Cut off</i>	1	3	1	5
10	<i>Grinding</i>	1	2	2	5
11	<i>Heat treatment</i>	2	1	1	4
12	<i>Tempering</i>	1	2	2	5
13	<i>Machining</i>	5	6	4	15
14	<i>Assembly</i>	6	4	4	14
15	<i>Painting</i>	1	2	0	3
16	<i>Packaging</i>	1	1	1	3
Jumlah		40	45	28	113
Persentase		35.39	39.82	24.78	100%

NVA tertinggi  
pada proses  
*Machining*



# DEFINE PHASE



## Identifikasi waste



Defect

Produk defect



Overproduction



Waiting

Downtime mesin



Not utilizing talent  
(KSA)



Transportation



Inventory



Motion



Excess Processing

Rework produk defect





# Defect Waste

Periode	Jumlah Cacat	Jumlah Produksi	Persentase
1	63	380	16.58%
2	324	1326	24.43%
3	13	60	21.67%
4	68	376	18.09%
5	268	1440	18.61%
6	374	2338	16.00%

## Jenis Defect :

- **Shrinkage**
- **Crack**
- **Sand drop**
- **Hardness**
- **Coldshut**
- **Cross Joint**

# Waiting Waste

Bulan	Waktu Operasi (Jam)	Downtime (jam)	Persentase
Januari	4693	166	3.54%
Februari	3464	79	2.28%
Maret	5098	204	4.00%
April	4833	193	3.99%
Mei	4796	147	3.07%
Juni	4708	141	2.99%
Juli	4830	198	4.10%
Agustus	4851	214	4.41%
September	4480	169	3.77%
Oktober	4935	174	3.53%
Nopember	5041	167	3.31%
Desember	4926	161	3.27%
<b>Total</b>	<b>56655</b>	<b>2013</b>	<b>3.52%</b>



Terjadinya kerusakan mesin



Terjadinya Rework

# Excessive Processing Waste

## Biaya Rework Defect Bogie S2HD-9C

<i>Defect</i>	<i>Rework</i>	<i>Biaya</i>
<i>Shrinkage</i>		
20% - 35%	Las	Rp 2.000.000
36% - 60%	Las	Rp 2.000.000 - Rp 4.000.000
60% - 75%	Las	Rp 4.000.000 – Rp 6.000.000
75% - 99%	Lebur Kembali	Rp 85.000.000
<i>Crack</i>	Las	Rp 2.000.000
<i>Sand drop</i>	<i>Grinding</i> + Las	Rp 2.500.000
<i>Hardness</i>	<i>Annealing</i> + Las	Rp 2.200.000
<i>Cross Joint</i>		
20% - 60%	Las	Rp 2.000.000
60%-90%	Lebur Kembali	Rp 85.000.000
<i>Coldshut</i>	Las	Rp 2.000.000



# MEASURE PHASE

## Defect

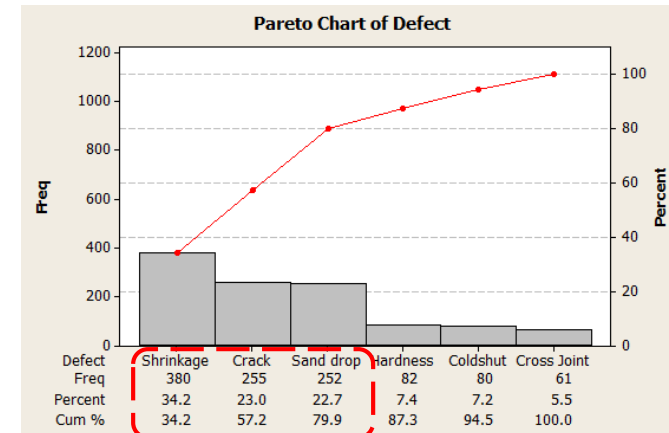
- ❑ Afkir : rusak setengah jadi (Pengecoran)
- ❑ Afal : rusak produk jadi (Permesinan)

## Identifikasi CTQ (*critical to quality*)

Jenis defect	Periode						Total Defect
	1	2	3	4	5	6	
Shrinkage	20	112	4	35	86	123	380
Crack	19	63	2	21	62	88	255
Hardness	6	21	2	2	25	26	82
Cross Joint	3	30	1	1	12	14	61
Sand drop	12	75	4	6	64	92	253
Coldshut	3	24	0	3	19	31	80
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>324</b>	<b>13</b>	<b>68</b>	<b>268</b>	<b>374</b>	<b>1110</b>
Jumlah Produksi	380	1326	60	376	1440	2338	5920
% Defect	17%	24%	22%	18%	19%	16%	19%

a. Defect Proses Produksi bogie →  
**CTQ = 3**

## Pareto Chart Defect



# MEASURE PHASE

## Defect (lanjutan)

### Perhitungan sigma level

Rumus perhitungan :  $DPMO = \left( \frac{D}{U \times O} \right) \times 10^6$

Sigma level =  $0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 \times \ln(DPMO)}$

#### Keterangan :

D = jumlah kegagalan

U = jumlah output

O = jumlah CTQ

DPMO = *defect per million opportunity*

## Sigma level Defect Waste

Keterangan	Nilai
Jumlah <i>output</i> produksi	5920
Jumlah <i>Defect</i>	887
<i>Defect per Unit</i>	0.149856395
Jumlah CTQ	3
Peluang tingkat <i>Defect</i> per karakteristik CTQ	0.049952
<b>DPMO</b>	<b>49952.13155</b>
<b>Nilai Sigma</b>	<b>3.157</b>

## Biaya Rework Defect Kritis

Defect	Rework	Biaya
<i>Shrinkage</i>		
20% - 35%	Las	Rp 2.000.000
36% - 60%	Las	Rp 2.000.000 - Rp 4.000.000
60% - 75%	Las	Rp 4.000.000 - Rp 6.000.000
75% - 99%	Lebur Kembali	Rp 85.000.000
<i>Crack</i>	Las	Rp 2.000.000
<i>Sand drop</i>	Grinding + Las	Rp 2.200.000

# MEASURE PHASE

## Defect (lanjutan)

### Perhitungan *financial waste*

- Harga jual Bogie S2HD-9C : **Rp 168.000.000,-**

<input type="checkbox"/> <i>Financial waste Shrinkage (20%-35%)</i>	= Rp 2.000.000 x 228 set	= Rp 452.000.000
<input type="checkbox"/> <i>Financial waste Shrinkage (36%-60%)</i>	= Rp 4.000.000 x 103 set	= Rp 412.000.000
<input type="checkbox"/> <i>Financial waste Shrinkage (60%-75%)</i>	= Rp 6.000.000 x 33 set	= Rp 198.000.000
<input type="checkbox"/> <i>Financial waste Shrinkage (75%-99%)</i>	= Rp 85.000.000 x 18 set	= Rp 1.530.000.000
<input type="checkbox"/> <i>Financial waste Crack</i>	= Rp 2.000.000 x 255 set	= Rp 510.000.000
<input type="checkbox"/> <i>Financial waste Sand Drop</i>	= Rp 2.200.000 x 252 set	= Rp 504.000.000
		<hr/>
	<b>Total <i>Financial waste</i></b>	<b>= Rp 3.606.000.000</b>

# MEASURE PHASE



## Rekap Downtime Mesin Workshop 1

Bulan	Waktu Operasi (Jam)	Downtime (jam)	Persentase
Januari	4693	166	3.54%
Februari	3464	79	2.28%
Maret	5098	204	4.00%
April	4833	193	3.99%
Mei	4796	147	3.07%
Juni	4708	141	2.99%
Juli	4830	198	4.10%
Agustus	4851	214	4.41%
September	4480	169	3.77%
Oktober	4935	174	3.53%
Nopember	5041	167	3.31%
Desember	4926	161	3.27%
<b>Total</b>	<b>56655</b>	<b>2013</b>	<b>3.52%</b>

## Perhitungan sigma level

Rumus perhitungan : 
$$DPMO = \left( \frac{D}{U \times O} \right) \times 10^6$$

Sigma level =  $0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 \times \ln(DPMO)}$

### Keterangan :

D = jumlah kegagalan

U = jumlah output

O = jumlah CTQ

DPMO = *defect per million opportunity*

Keterangan	Nilai
Jumlah <i>output</i> produksi	56655
Jumlah <i>Defect</i>	2013
<i>Defect per Unit</i>	0.033744028
Jumlah CTQ	1
Peluang tingkat <i>Defect</i> per karakteristik CTQ	0.033744
<b>DPMO</b>	<b>33744.02816</b>
<b>Nilai Sigma</b>	<b>3.331</b>



# MEASURE PHASE

## Waiting (lanjutan)

 Perhitungan *financial waste*

### 1. Biaya Operator

$$\begin{aligned} &Rp\ 11.280 \times 2013\ jam \times 10\ Operator \\ &= Rp\ 227.066.400 \end{aligned}$$

### 2. Kapasitas per bulan 18,25 ton

$$3,50\% \times 18.25 = 0.621$$

### 3. Biaya Lost Opportunity (bulan)

$$Rp\ 85.000.000 \times 0.621 = Rp\ 52.785.000$$

### 4. Biaya Lost Opportunity (tahun)

$$Rp\ 52.785.000 \times 12 = Rp\ 633.420.000$$

### 5. Biaya Pembelian Sparepart

$$Rp\ 118.575.000$$

### 6. Biaya Lost Opportunity ( 5 tahun)

$$\begin{aligned} &(Rp633.420.000 \times 5) + Rp118.575.000 \\ &= \mathbf{Rp\ 3.285.675.000} \end{aligned}$$



# MEASURE PHASE

## Excess Processing

Biaya rework produk defect

Defect	Rework	Biaya
<i>Shrinkage</i>		
20% - 35%	Las	Rp 2.000.000
36% - 60%	Las	Rp 2.000.000 - Rp 4.000.000
60% - 75%	Las	Rp 4.000.000 - Rp 6.000.000
75% - 99%	Lebur Kembali	Rp 85.000.000
<i>Crack</i>	Las	Rp 2.000.000
<i>Sand drop</i>	Grinding + Las	Rp 2.200.000
<i>Hardness</i>	Annealing + Las	Rp 2.500.000
<i>Cross Joint</i>		
20% - 60%	Las	Rp 2.000.000
60%-90%	Lebur Kembali	Rp 85.000.000
<i>Coldshut</i>	Las	Rp 2.000.000

Frekuensi rework produk defect

Defect	Frekuensi Rework	Persentase
<i>Shrinkage</i>		
20% - 35%	226	20.36%
36% - 60%	103	9.28%
60% - 75%	33	2.97%
75% - 99%	18	1.62%
<i>Crack</i>	255	22.97%
<i>Sand drop</i>	252	22.70%
<i>Hardness</i>	82	7.39%
<i>Cross Joint</i>		
20% - 60%	49	4.41%
60%-90%	12	1.08%
<i>Coldshut</i>	80	7.21%
Jumlah Produksi	5919	18.75%



Identifikasi CTQ (*critical to quality*)

Seluruh jenis defect yang dilakukan rework

→ **CTQ = 6**

# MEASURE PHASE

## ⚡ Excess Processing (lanjutan)

### 🔍 Perhitungan sigma level

Rumus perhitungan :  $DPMO = \left( \frac{D}{U \times O} \right) \times 10^6$

$$\text{Sigma level} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 \times \ln(DPMO)}$$

#### Keterangan :

D = jumlah kegagalan

U = jumlah output

O = jumlah CTQ

DPMO = *defect per million opportunity*

#### *Sigma level excess processing*

Keterangan	Nilai
Jumlah <i>output</i> produksi	5920
Jumlah <i>defect</i>	1110
<i>Defect per Unit</i>	0.1875
Jumlah CTQ	6
Peluang tingkat <i>defect</i>	0.03125
<b>DPMO</b>	<b>31250</b>
<b>Nilai Sigma</b>	<b>3.372489757</b>

# MEASURE PHASE

## Excess Processing (lanjutan)

### Perhitungan *financial waste*

Total *financial waste*

Rework	Frekuensi	Biaya
Las	746	Rp 1.830.000.000
<i>Annealing</i> + Las	252	Rp 504.000.000
<i>Grinding</i> + Las	82	Rp 180.400.000
Lebur Kembali	30	Rp 2.550.000.000
	<b>Biaya Total</b>	<b>Rp 5.064.400.000</b>



# MEASURE PHASE

## Penentuan waste kritis

- Excess Processing* Rp 5.064.400.000
- Defect* Rp 3.606.000.000
- Waiting* Rp 3.285.675.000



**ANALISIS & PERBAIKAN**

# ANALYZE PHASE



## Root Cause Analysis (RCA) [ Hal 80 -86 ]

Waste	Sub Waste	Why 1	Why2	Why 3	Why 4	Why 5
Defect	Shrinkage	Kesalahan dimensi cetakan	Kesalahan dimensi modul riser dan modul casting	Kurangnya ketelitian operator	Tidak adanya inspeksi pada riser	N/A
			Kesalahan dalam pembuatan saluran udara	Kurangnya saluran udara pada cetakan	Tidak adanya standarisasi mengenai batas dimensi dan jumlah saluran udara	N/A
		Komposisi material tidak sesuai	Proses coating yang tidak merata pada cetakan	Pengeringan cetakan tidak sesuai waktu	Kurangnya ketelitian operator	N/A
			Tercampurnya bahan baku dengan sisa material peleburan sebelumnya	Kurangnya kebersihan mesin arc furnace	Jarangnya dilakukan pembersihan mesin	Tidak adanya waktu pembersihan mesin <i>arc furnace</i>
						Jadwal peleburan material sangat padat
			Kualitas material kurang baik	Penggunaan material daur ulang	Tidak terdapat pengecekan material daur ulang	Tidak adanya standarisasi tentang pemakaian material daur ulang
						Tingkat kelembapan pasir tinggi
		Kesalahan proses pengecoran	Pergeseran chill selama proses solidifikasi	Tingginya tingkat turbulensi saat penuangan	Terlalu tingginya temperatur penuangan	Tidak dilakukannya pengecekan suhu oleh operator
			Kepadatan cetakan kurang	Sudut casting yang terlalu tajam	Posisi Flask terlalu sempit	N/A

# ANALYZE PHASE



## Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) [ Hal 86 -92 ]

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Causes	Occurrence	Control	Detection	RPN
Defect	Terjadi keropos	Terjebaknya udara di dalam wadah cetakan selama proses penuangan logam cair	7	Tidak dijelaskannya dimensi dan jumlah saluran udara pada SOP	4	Pengawasan lapangan	4	112
			5	Tidak adanya inspeksi pada modul riser dan modul casting	3	Checklist SOP	3	45
		Terdapat campuran pasir dan sisa material lain dari proses peleburan sebelumnya pada mesin furnace karena tidak dilakukannya pembersihan mesin	4	Kurangnya ketelitian operator dalam melakukan coating	4	Pengawasan lapangan	5	80
			6	Tidak adanya waktu pembersihan mesin furnace	5	Pengecekan jadwal pengecoran	5	150
			6	Jadwal pengecoran yang sangat padat	5	Pengecekan jadwal pengecoran	5	150
			Terjadi shrinkage	Bergesernya chill saat proses solidifikasi logam sehingga kurangnya kepadatan cor	5	Tidak dilakukannya pengecekan suhu saat melakukan proses pouring	4	Pengawasan lapangan
	6	Sudut penuangan yang terlalu tajam sehingga posisi flask menyempit			4	Checklist SOP Pouring	3	72
	Munculnya crack	Terdapat selisih dimensi antara core dan cetakan sehingga menimbulkan turbulensi cairan	4	Kesalahan dalam pembuatan dimensi modul riser cetakan	4	Pengawasan lapangan	4	64
			5	Kekerasan pasir cetak yang kurang dan lembap	4	Pengawasan lapangan	3	60
		Side frame menabrak mesin ketika dibawa dengan material handling	6	Operator kurang berpengalaman	4	Pengawasan lapangan	3	72
			5	Kurangnya perawatan crane	5	Pengawasan lapangan	5	125



# ANALYZE PHASE

## Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) [ Hal 93 -96 ]

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Causes	Occurrence	Control	Detection	RPN
Waiting	Downtime mesin produksi	Terjadi kebocoran cairan logam ke dalam lining induction furnace dan berdampak pada proses <i>melting</i>	7	Kabel antena sensor pada <i>rectifier</i> terputus	5	Inspeksi Visual	4	140
		Terjadi kebocoran pada selang pendingin mengakibatkan overheating pada proses <i>melting</i>	5	Terkikisnya lapisan klem pada <i>bus tube</i>	6	Pengecekan mesin	6	180
			5	Tidak dibersihkannya bus tube sesuai jadwal perawatan	4	Pengecekan jadwal maintenance	4	80
		Terjadinya kerusakan pada recirculatory pump mesin furnace	6	Terjadinya pemindahan temperatur secara mendadak	5	Pengecekan mesin	3	90
		Peningkatan daya alir listrik dari coil sehingga terjadi <i>overheating</i>	7	Kebocoran elektroda pada lilitan <i>steam coil air heater</i>	5	Pengecekan mesin	5	175
		Tidak berfungsinya igniter burner untuk mengalirkan elektroda	6	Kurangnya tekanan pada coil sucker	5	<i>Adjustement, setting</i> ulang, dan <i>cleaning</i> komponen	4	120
		Terhambatnya perputaran poros mesin gerinda akibat gesekan yang terlalu kasar	6	Tidak dilakukannya pelumasan secara terjadwal	5	Pengecekan mesin	2	60
		Terhambatnya proses pengaliran panas tempering akibat adanya aus pada <i>box heat boiler</i>	6	Tidak dibersihkannya circulating fan secara terjadwal	5	Pengecekan mesin	2	60

# ANALYZE PHASE

## Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) [ Hal 97 -100 ]

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Causes	Occurrence	Control	Detection	RPN
Excess Processing	Terjadinya defect	Dilakukan proses repair untuk menambal defect yang terjadi dibawah 75%	7	Material tercampur dengan bahan non bahan baku (benda asing	6	Inspeksi campuran material bahan baku	4	168
			6	Terjadi benturan selama handling komponen	3	Pengawasan lapangan	4	72
			6	Tingkat kepadatan cetakan core tidak merata	4	Pengawasan lapangan	4	96
			6	Terjadinya kesalahan dalam melakukan marking bidang komponen	3	Inspeksi visual	3	54
		Dilakukannya proses rework defect pada komponen dengan tingkat keparahan diatas 75%	7	Material bahan baku tercampur dengan bahan non material (benda asing)	6	Inspeksi campuran material bahan baku	4	168
			6	Kesalahan pengukuran dimensi diameter sambung komponen pada proses permesinan	5	Inspeksi visual	4	120
			7	Kesalahan dalam proses pengecoran & heat treatment yang menyebabkan turbulensi pada core dan <i>overheating</i>	4	Pengawasan lapangan	5	140

# IMPROVEMENT PHASE



 Alternatif perbaikan

## Alternatif 1

Membuat perbaikan dan pengawasan *Standard Operational Procedure* (SOP)

- ✓ Memperbaiki SOP pembuatan cetakan dan SOP Pengecoran
- ✓ Menambahkan SOP kebersihan pada mesin *Arc Furnace* dan *Heat Treatment*
- ✓ Pengawasan proses *quenching* pada *Heat Treatment* dan aktivitas *Pouring*
- ✓ Membuat form pencatatan waktu trayek peleburan dan *check list* SOP

# IMPROVEMENT PHASE



## Alternatif 2

Membuat rencana pelatihan dan pembentukan tim *Total Productive Maintenance*

- Membuat rencana strategis pencapaian TPM
- Melakukan pendataan terhadap aktivitas *maintenance* dan kerusakan peralatan
- Melakukan pembersihan lini produksi secara berkala
- Melakukan pengecekan dan perbaikan setting *igniter burner*
- Melakukan pengecekan dan perbaikan terhadap *inserting element*
- Melakukan pengecekan dan pembersihan terhadap *inductor lining* dan sensor *lining*
- Melakukan pembersihan terhadap *circulating fan furnace*
- Melakukan pengecekan dan perbaikan pada selang air pendingin
- Melakukan pengecekan dan pembersihan terhadap *recirculatory pump*
- Melakukan pengecekan dan perbaikan terhadap *coil furnace*
- Melakukan pengecekan, perawatan dan perbaikan terhadap *mesin handling*.



# IMPROVEMENT PHASE



## Alternatif 3

Melakukan Penelitian mengenai komposisi bahan baku yang tepat, proses pengecoran, pembentukan, dan *thermal* yang sesuai pada *side frame* dan *bolster*

Langkah penelitian :

- Membuat tujuan dan pencapaian rencana penelitian
- Menentukan suhu penuangan, jarak penuangan, zona penuangan, jalur penuangan dan proses penuangan yang optimal
- Menentukan posisi *hot spot* pada daerah cetakan dan melakukan pengukuran riser yang sesuai dengan tempat posisi cetakan.
- Menentukan posisi *chill* yang sesuai pada cetakan untuk mengurangi terjadinya dampak *porosity*
- Menentukan tingkat *porosity volume* pada suhu peleburan tertentu untuk dapat mengetahui *weak spot* pada komponen.
- Melakukan proses uji coba penuangan dan menganalisis pengaruhnya terhadap permukaan komponen
- Menentukan tingkat akurasi pemanasan maksimum pada komponen, menentukan waktu optimal yang diperlukan untuk dapat mencapai *setpoint* dari kekuatan tarik bahan.

# IMPROVEMENT PHASE



## Hubungan Penyebab *Defect Waste* dengan Alternatif Perbaikan

No	Root Cause	Alternatif		
		1	2	3
1	Tidak dijelaskannya dimensi dan jumlah saluran udara pada SOP	V		
2	Tidak adanya waktu pembersihan mesin furnace		V	
3	Jadwal pengecoran yang sangat padat		V	
4	Kurangnya perawatan crane		V	
5	Kurangnya ketelitian operator dalam melakukan penambahan komposisi bahan baku saat peleburan	V		
6	Terjadinya solidifikasi yang tidak merata	V		
7	Suhu dan durasi proses tempering yang tidak tepat			V

## Hubungan Penyebab *Waiting Waste* dengan Alternatif Perbaikan

No	Root Cause	Alternatif		
		1	2	3
1	Kabel antena sensor pada <i>rectifier</i> terputus		V	
2	Terkikisnya lapisan klem pada <i>bus tube</i>		V	
3	Kebocoran elektroda pada lilitan <i>steam coil air heater</i>		V	
4	Kurangnya tekanan pada <i>coil sucker</i>		V	
5	Terjadinya <i>defect</i> pada komponen sehingga membutuhkan <i>repair</i>		V	

## Hubungan Penyebab *Excess Processing Waste* dengan Alternatif Perbaikan

No	Root Cause	Alternatif		
		1	2	3
1	Material tercampur dengan bahan non bahan baku (benda asing)	V		
2	Kesalahan dalam proses pengecoran & heat treatment yang menyebabkan turbulensi pada <i>core</i> dan <i>overheating</i>			V
3	Kesalahan pengukuran dimensi diameter sambung komponen pada proses permesinan	V		

# IMPROVEMENT PHASE



No	Solusi Perbaikan
1	Membentuk tim perencanaan dan pengawasan pelaksanaan <i>Standar Operational Procedure</i> (SOP)
2	Pelatihan dan pembentukan tim <i>total productive maintenance</i>
3	Melakukan penelitian mengenai komposisi bahan baku yang tepat dan proses pengecoran, pembentukan, dan thermal yang sesuai

## Kriteria Alternatif Perbaikan

1. Jumlah *Defect*
2. Jumlah *Downtime*
3. *Lead Time* Proses



# IMPROVEMENT PHASE



## Pemilihan alternatif perbaikan

### *Value Management*

Alternatif	Bobot kriteria performansi			Performansi (P)	Cost (C)	Value
	A	B	C			
	0.4	0.4	0.2	Rp 206,223,619		
0	20	20	19	19.8	Rp 4,083,227,660	1
<b>3</b> 1	22	20	23	21.4	Rp 4,100,727,660	1.08
2	24	25	24	24.4	Rp 4,633,849,260	1.09
3	21	20	21	20.6	Rp 4,214,524,160	1.01
1,2	24	25	24	24.4	Rp 4,651,349,260	1.08
1,3	24	22	22	22.8	Rp 4,452,024,160	1.06
<b>1</b> 2,3	27	26	26	26.4	Rp 4,970,145,760	1.10
<b>2</b> 1,2,3	27	25	25	25.8	Rp 4,987,645,760	1.07

**1** Alternatif terpilih : kombinasi alternatif 2 & 3  
Mempunyai *value* tertinggi

**2** Performansi tertinggi : kombinasi alternatif 1,2 & 3  
Mampu meningkatkan semua parameter performansi

**3** Cost terendah : alternatif 1  
Biaya produksi turun

# IMPROVEMENT PHASE



## Target peningkatan performansi

Penilaian performansi alternatif berdasarkan kuisiонер

Alternatif	A	B	C
0	20	20	19
2 & 3	27	26	26

Target perbaikan performansi

Alternatif	A	B	C
0	66.7%	66.7%	63.3%
1 & 3	90.0%	86.7%	86.7%
Kenaikan	23.3%	20.0%	23.3%
Perbaikan	35.00%	30.00%	36.84%

Keterangan :

A : Jumlah Defect

B : Jumlah Downtime

C : Lead Time Proses



# IMPROVEMENT PHASE



 Target peningkatan performansi (lanjutan)

## SIGMA LEVEL

### 01 > Defect waste

Kondisi	
Eksisting	Perbaikan
3,16	3,35

- Nilai sigma naik sebesar **0,29%** dari sigma level kondisi eksisting

### 02 > Waiting waste

Kondisi	
Eksisting	Perbaikan
3,33	3,45

- Perbaikan waktu *downtime* sebesar **19,12 %** atau sebesar **464 jam**. Peningkatan nilai sigma sebesar **0,12 %** dari waktu *downtime* eksisting.

# IMPROVEMENT PHASE



 Target peningkatan performansi (lanjutan)

## SIGMA LEVEL

### 03 > *Excess Processing*

Kondisi	
Eksisting	Perbaikan
3,37	3,56

- Nilai sigma excessive processing naik sebesar **0,19%** dari sigma level kondisi eksisting

# IMPROVEMENT PHASE



 Target peningkatan performansi (lanjutan)

## 01 > Defect waste

Financial waste	Kondisi	
	Eksisting	Perbaikan
	Rp 3.604.400.000	<b>Rp 2.343.900.000</b>

*Financial waste defect* mengalami penurunan sebesar **35%** atau sebesar **Rp 1.262.100.000,-** dari kondisi eksisting di perusahaan.

## 02 > Waiting waste

Financial waste	Kondisi	
	Eksisting	Perbaikan
	Rp 3.285.675.000	<b>Rp 2.299.972.500</b>

*Financial waste waiting* mengalami penurunan sebesar **30 %** atau sebesar **Rp 985.702.500,-** dari kondisi eksisting di perusahaan.



# IMPROVEMENT PHASE



 Target peningkatan performansi (lanjutan)

## 03 > **Excessive Processing waste**

<i>Financial waste</i>	Kondisi	
	Eksisting	Perbaikan
	Rp 5.064.400.000	<b>Rp 3.241.216.000</b>

*Financial waste Excessive Processing* mengalami penurunan sebesar **36%** atau sebesar **Rp 1.823.184.000,-** dari kondisi eksisting di perusahaan.

# EVALUASI PROSES PRODUKSI



**Aktivitas Maintenance Tidak Sesuai MTTF & MTTR**

**Proses *Quenching* Produk Lebih dari 8 Jam**

**Pengawasan Produksi Kurang Ketat**

**Standarisasi Produk**



# EVALUASI PROSES PRODUKSI



## Pembuatan Jadwal Maintenance Mesin *Furnace*

No	Komponen	MTBF	MTTR
2	<i>Sensor Linning</i>	202	5
4	<i>Box Heat Boiler</i>	208	4
3	<i>Igniter Burner</i>	274	4
5	<i>Steam Coil Air Heater</i>	352	4
1	<i>Inductor Linning</i>	387	4

	Jadwal Maintenance										
	Jadwal ke	Jam ke-	Lamanya	Selesai	Hari ke-	Jam ke-	komponen				
							1	2	3	4	5
	1	202	5	207	8	10	-	v	-	-	-
	2	213	4	217	8	21	-	-	-	v	-
	3	282	4	286	11	18	-	-	v	-	-
	4	364	4	368	15	4	-	-	v	-	-
	5	403	4	407	16	19	v	-	-	-	-
	6	423	5	428	17	15	-	v	-	-	-
	7	442	4	445	18	10	-	-	-	v	-
	8	576	4	579	23	24	-	-	v	-	-
	9	637	5	642	26	13	-	v	-	-	-
	10	662	4	666	27	14	-	-	-	v	-
	11	744	4	748	31	0	-	-	-	-	v
	12	818	4	822	34	2	v	-	-	-	-
	13	855	5	860	35	15	-	v	-	v	-
	14	874	4	878	36	10			v		
	15	891	4	895	37	3				v	-
	16	1069	5	1074	44	13		v			-
	17	1108	4	1112	46	4	-	-	-	v	
	18	1108	4	1111	46	4	-	-	-	-	v
	19	1234	4	1238	51	10	v	-			-
	20	1287	5	1292	53	15	-	v	-	-	-
	21	1333	4	1336	55	13	-	-	-	v	-
	22	1453	4	1457	60	13	-	-	v	-	-
	23	1549	4	1552	64	13	-	-	-	v	-
	24	1707	5	1711	71	3	-	v			-
	25	1739	4	1743	72	11	-	-	v	-	-
	26	1769	4	1773	73	17	-	-	-	v	-
	27	1981	4	1985	82	13	-	-	-	v	-
	28	2023	4	2027	84	7	-	-	v	-	-
	29	2129	5	2134	88	17	-	v	-	-	-
	30	2202	4	2206	91	18	-	-	-	v	-
	31	2202	5	2207	91	18	-	v	-	-	-
	32	2541	5	2546	105	21	-	v	-	-	-
	33	2748	4	2751	114	12	-	-	-	v	-
	34	3049	4	3053	127	1	-	-	v	-	-
	35	3417	4	3420	142	9	-	-	-	v	-
	36	3473	4	3477	144	17	-	-	v	-	-
	37	3697	4	3701	154	1	-	-	-	v	-
	38	3897	4	3901	162	9	-	-	v		-
	39	3978	4	3982	165	18	-	-	-	v	-
	40	4947	4	4950	206	3	-	-	-	-	v
	41	6137	4	6140	255	17	-	-	v	-	-
	42	7275	5	7280	303	3	-	-	v	-	-
	43	7428	5	7433	309	12	-	v	-	-	-
	44	7831	4	7834	326	7			v		-
	45	7915	4	7919	329	19	-	-	-	-	v
	46	8045	5	8050	335	5	-	v	-	-	-
	47	8252	5	8257	343	20	-	v	-	v	-

PENJADWALAN 1 TAHUN PERTAMA



# **KESIMPULAN & SARAN**

# KESIMPULAN

1. Waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi bogie berdasarkan penggambaran *value stream mapping* adalah selama 50,6 jam.
2. Dalam proses produksi bogie S2HD-9C, aktivitas yang termasuk *value added activity* adalah aktivitas *operation* sebanyak 40 aktivitas (35,92%), aktivitas yang termasuk dalam *necessary non value added activity* adalah aktivitas *inspection & transport* sebanyak 45 aktivitas (39,82%), dan aktivitas yang termasuk dalam kategori *non value added activity* adalah aktivitas *delay* sebanyak 28 aktivitas (24,78%) dari seluruh total aktivitas proses produksi bogie S2HD-9C.
3. Berdasarkan identifikasi jenis *waste* di perusahaan, diketahui terdapat 3 jenis *waste* yang menimbulkan permasalahan dalam proses produksi bogie S2HD-9C. *Waste* tersebut adalah *defect, waiting, dan excessive processing*
4. Berdasarkan pemilihan alternatif dengan menggunakan *value engineering* alternatif yang terpilih adalah alternatif 2&3, yaitu melakukan pembentukan pelatihan tim *total productive maintenance* dan melakukan penelitian peningkatan kualitas terhadap proses pengecoran komponen *bolster* dan *side frame*.

# SARAN

1. Perlu analisa lebih dalam terhadap permasalahan cacat pada produk dengan *Design Of Experiment* untuk dapat meningkatkan kualitas proses produksi *bogie* S2HD-9C mengingat sangat tingginya ketidakpastian kegagalan dalam proses pengecoran dan untuk menghasilkan *standard operational procedure* yang baru.
2. Penilaian terhadap alternatif perbaikan terpilih apabila dilakukan perusahaan perlu dilakukan fase *controlling* untuk mengetahui dampak perbaikan yang dialami selama proses produksi.





# DAFTAR PUSTAKA

1. Anggawisastra, R., Sitalaksana, I. Z, dan Tjakraatmadja, J. H, (1979). Teknik Tata Cara Kerja. Departemen Teknik Industri ITB : Bandung
2. Apel, W., 2007. Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation. Huazhong: *Huazhong University of Science and Technology*.
3. Austin, T. E. (2006). *Application of Six sigma Methodologies to Improve Requirements Management for Customer Program*. 2006 SAE World Congress.
4. BPS, 2015. Jumlah Perusahaan Industri Besar Sedang Menurut Sub-Sektor, Tahun 2015 [Online] Badan Pusat Statistik. Available at : <http://www.bps.go.id/link/TabelStatis/view/id/1054> [Accessed 5 March 2015]
5. Besterfield, D. H. (1986). *Quality Control*, 2nd edition, Prentice-Hall Internasional.
6. Doggett, A. M. (2005). Root cause analysis: a framework for tool selection. *Quality Management Journal*, 12(4), 34.
7. Gaspersz, V. (2006). *Continuous Cost Redustion Through Lean Sigma Approach : Strategi Dramatik Reduksi Biaya dan Pemborosan menggunakan Pendekatan Lean-Sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
8. Heragu, S., 1997, *Facilities Design*, PWS Publishing Company, Boston.
9. Hicks, B.J. (2007), Lean Information Management : Understanding and Eliminating Waste, *International Journal of Information Management* 27,hal. 233-249.
10. Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff, Lean Enterprise Research Gatre.
11. Howell, G., and Ballard, G. \_1994\_. "Lean production theory: Moving beyond can-do." *Proc., 2nd Annual Conf. of the Int. Group of Lean Construction*, Santiago, Chile.
12. Issola, A. D. (1997). *Value Engineering Practical Application for Construction, Maintenance and Operation*, Kingston.

13. Keller, P., & Pyzdek, T. (2010). *The Six sigma Handbook* (Fourth Edition ed.). McGraw-Hill Professional.
14. Kennedy, M. (1998). *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA) of Flip Chip Devices Attached to Printed Writing Board (PWB)*. Electronics Manufacturing Technology Symposium. Twenty-Third IEEE/CPMT.
15. Liker, Jeffrey K. 2004. *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers*. New York : Productivity Press, a division of Kraus Productivity Organization, Ltd
16. Martin, W. James. (2007). *Lean Six Sigma for Supply Chain Management The 10-Step Solution Process*. McGraw-Hill. 1221 Avenue of the America, New York, NY 10020
17. McDermott, R., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. (1996). *The Basic of FMEA*. Productivity Press.
18. Montgomery, C. D. 2005. *Statistical Quality Control*, United States of America, John Wiley & Sons, Inc
19. Muthiah, K., & Huang, S. (2007). Overall Throughput Effectiveness (OTE) Metric for Factory-Level Performance Monitoring and Bottleneck Detection. *International Journal of Production Research*, 45(20), 4753-4769.
20. Pyzdek, T. & Keller, P. A. 2010. *The Six Sigma Handbook*. A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels. New York: Mc. Graw Hill. Inc.
- Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. (2004). Root Cause Analysis for Beginners. *Quality Progress*, 37(7), 45-56.
21. Rother, M., and Shook, J., (2003), "*Learning To See : Value Stream Mapping to add Value and Eliminate Muda*". Lean Enterprise Institute.
22. Saaty, T. L. (1993). *Decision Making for Leader : The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. Pinsburgh Lad: Practice Hall Coy.



# TERIMA KASIH

