

# Reduksi *Waste* dan Perbaikan Penggunaan Energi Pada Proses Produksi *Cold Rolled Coil* di PT Krakatau Steel dengan Pendekatan Metodologi *Lean Six Sigma*

Afham Wahyu Agung  
2512100113

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

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



# **PENDAHULUAN**

# Latar Belakang

Industri Baja Saat Ini



Persaingan **harga**

Persaingan **layanan**

Persaingan **kualitas**

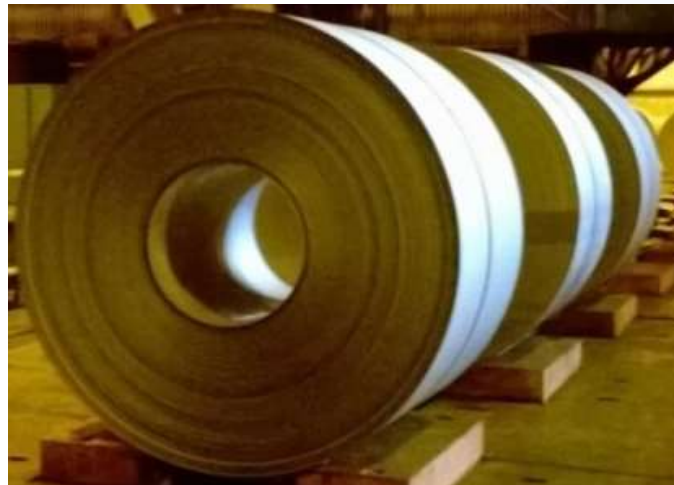


Persaingan di industri baja Indonesia semakin ketat

Daya saing perlu ditingkatkan



Cold Rolled Coil



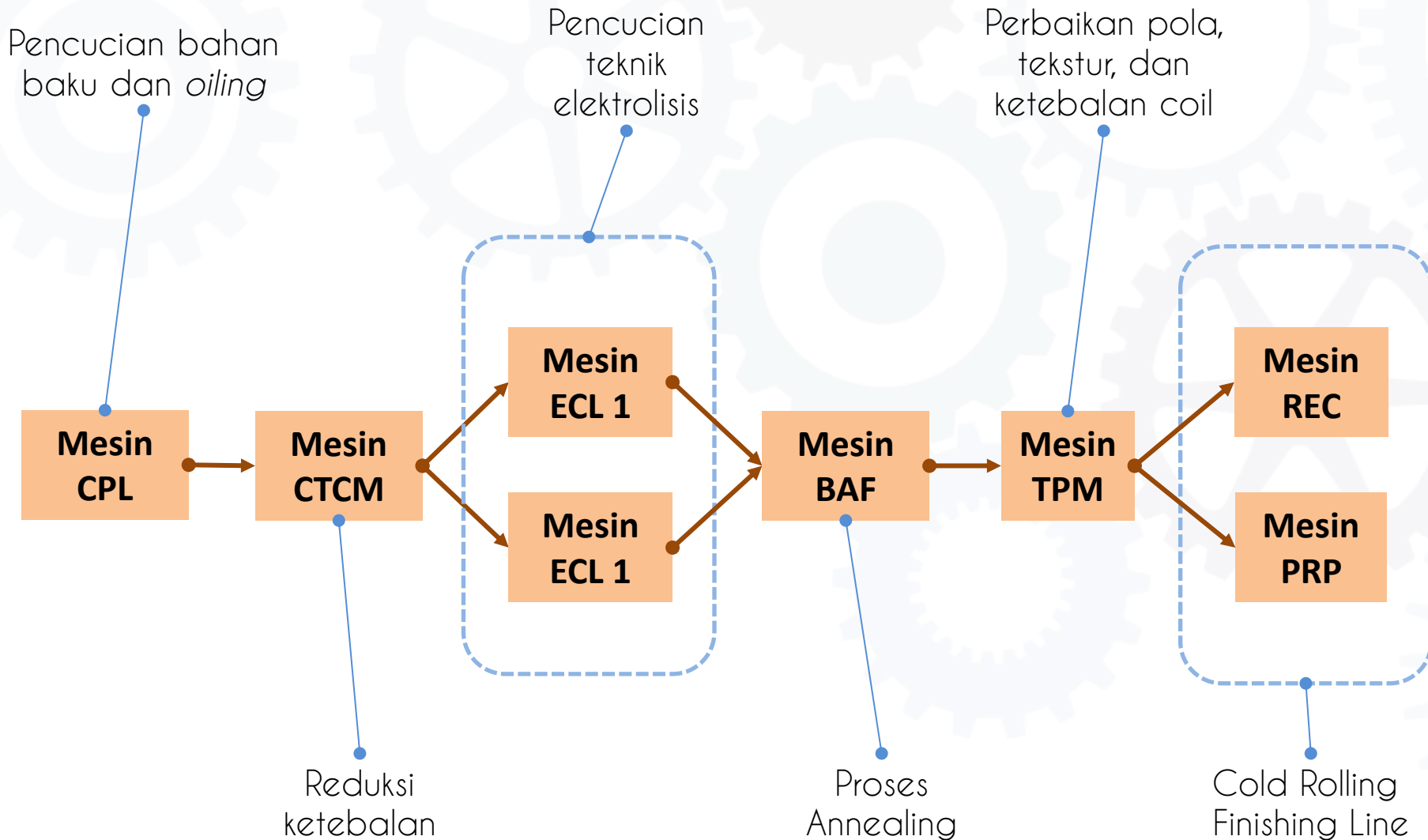
**KRAKATAU STEEL**

Objek Amatan



# Latar Belakang

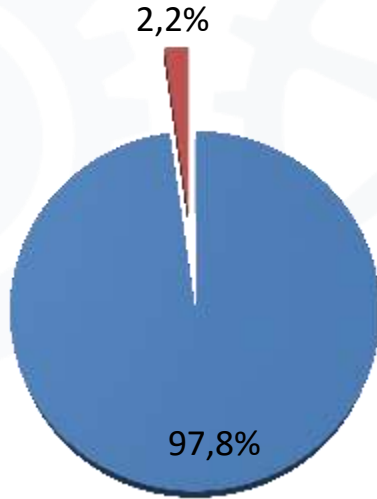
## Skema Sederhana Proses Pabrik *Cold Rolled Mill* – PT KS



# Latar Belakang

## Tonase Defect

- Produk Baik
- Defect



Jumlah defect tinggi  
13.095 ton atau 2,2%

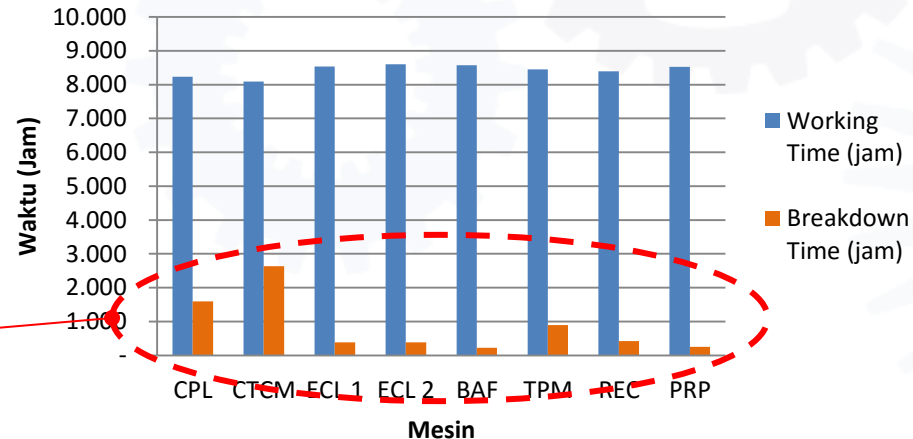
Energi yang dikonsumsi untuk 2,2% produksi jadi sia-sia

Loses Biaya

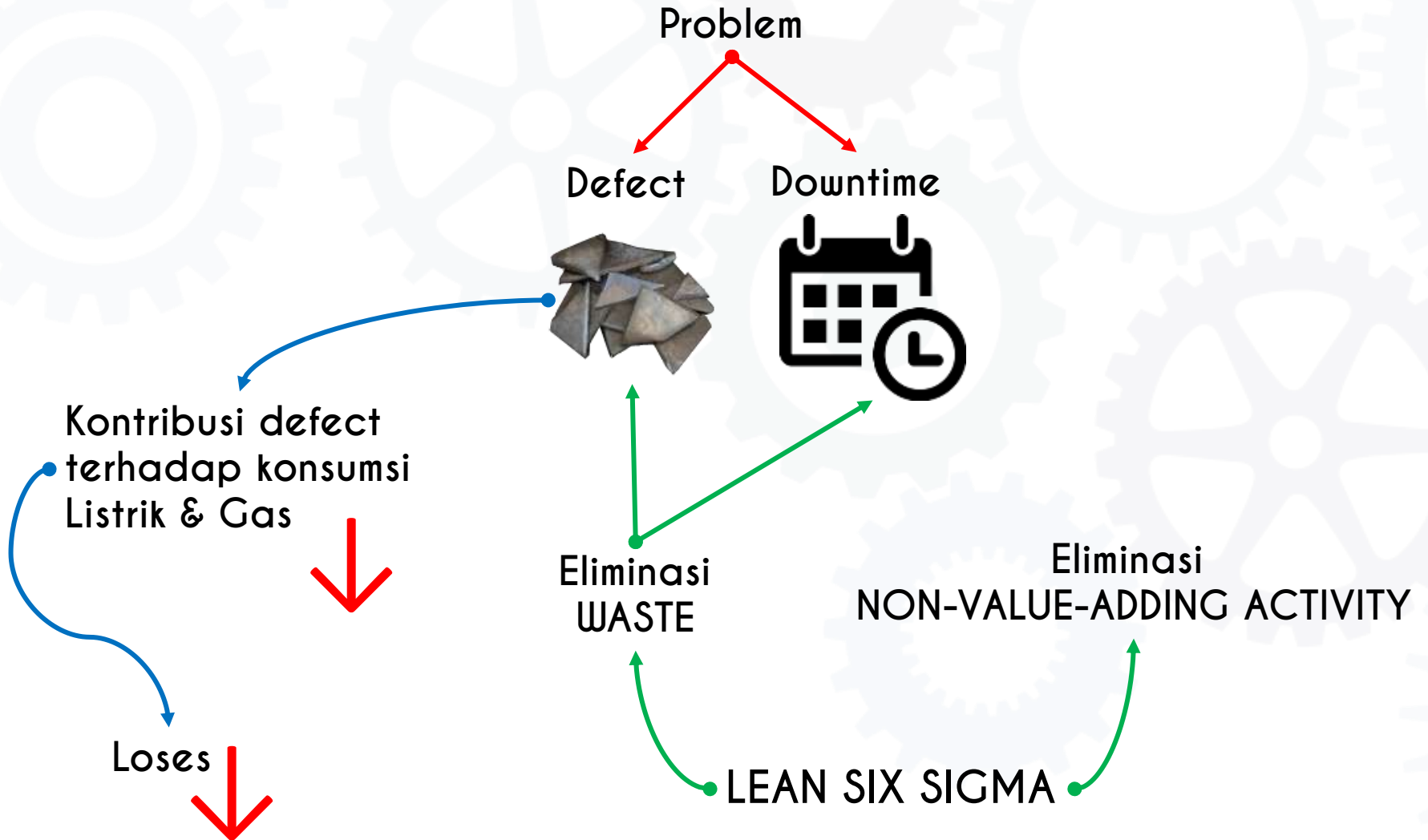
Waktu breakdown ↑ Cost ↑

Tiap mesin pernah breakdown

## Working time dan Downtime



# Latar Belakang



# Rumusan Masalah

Bagaimana cara mereduksi *waste* yang terjadi selama proses produksi *Cold Rolled Coil* untuk meningkatkan kualitas proses produksi dan mengurangi kelebihan penggunaan energi menggunakan pendekatan metodologi *Lean Six Sigma*.



# Tujuan Penelitian



1. Mengidentifikasi potensi-potensi *waste* dan penyebab terjadinya pada proses produksi CRC.
2. Menganalisis penyebab terjadi *waste*, dan kaitannya dengan kerugian biaya serta konsumsi energi.
3. Memberikan alternatif perbaikan untuk mengatasi *waste* pada proses produksi CRC.

1. Perusahaan mengetahui potensi-potensi *waste* proses produksi CRC yang berhubungan dengan penggunaan energi.
2. Perusahaan mengetahui penyebab dan analisis penyebab terjadi *waste* pada proses produksi CRC.
3. Perusahaan mendapatkan alternatif perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses produksi dan menurunkan kerugian biaya serta konsumsi energi akibat *waste*.

# Manfaat Penelitian





# Batasan



Data produksi yang digunakan adalah data sekunder periode Januari - Desember 2015

# Asumsi

Tidak terjadi perubahan pada proses produksi di pabrik *Cold Rolling Mill* PT Krakatau Steel (Persero) Tbk selama penelitian.





# **TINJAUAN PUSTAKA**

# Tinjauan Pustaka

## Lean Thinking

Konsep perbaikan dengan reduksi waste dan non-value-adding activity



## Six Sigma

Pendekatan sistematis untuk meningkatkan kualitas mencapai 6 sigma atau 3,4 DPMO.



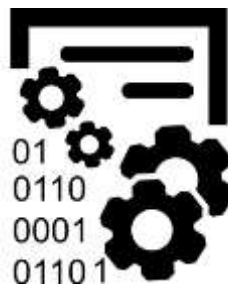
## Root Cause Analysis 5 Why'2

Metode analisis akar masalah



## Failure Mode Effect Analysis

Metode analisis akibat kegagalan/akar masalah



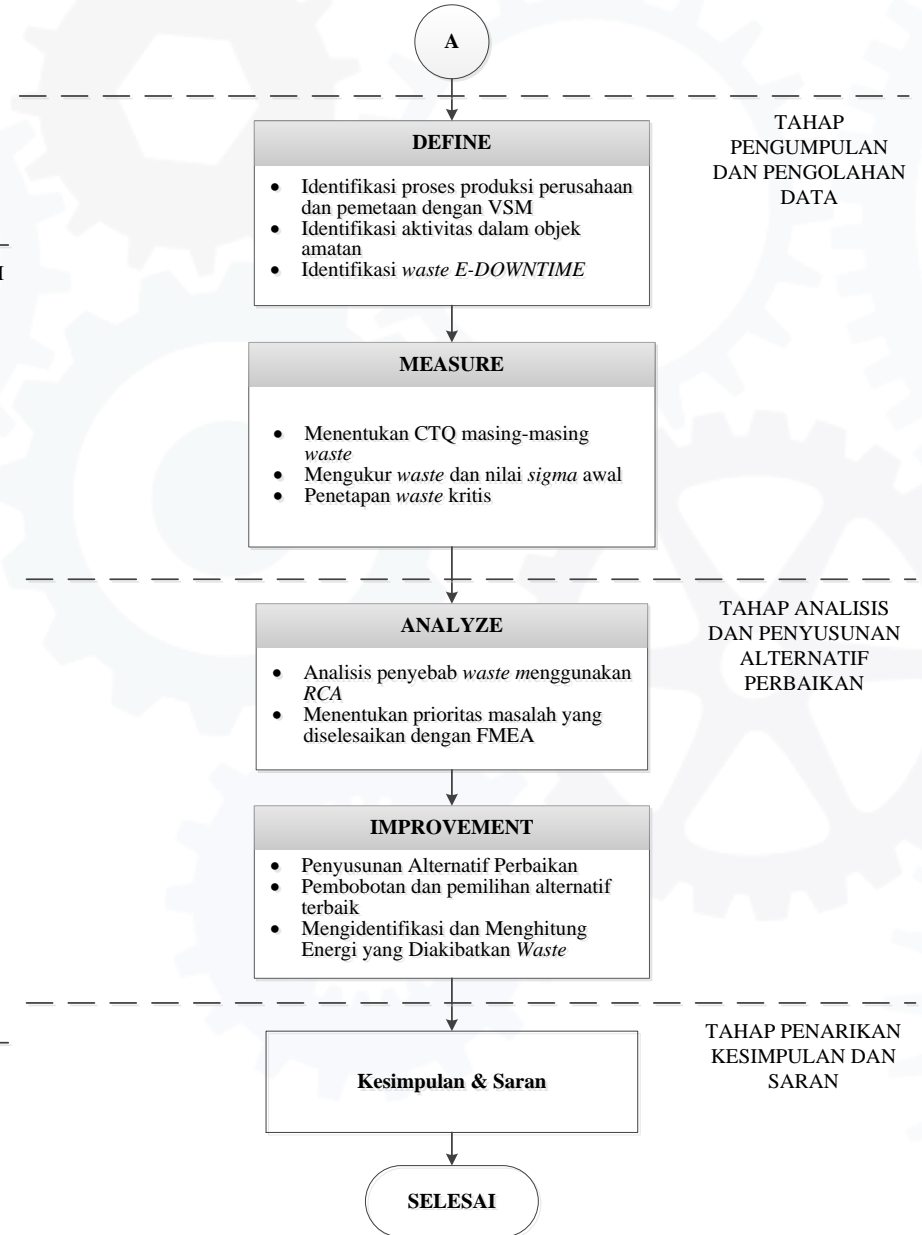
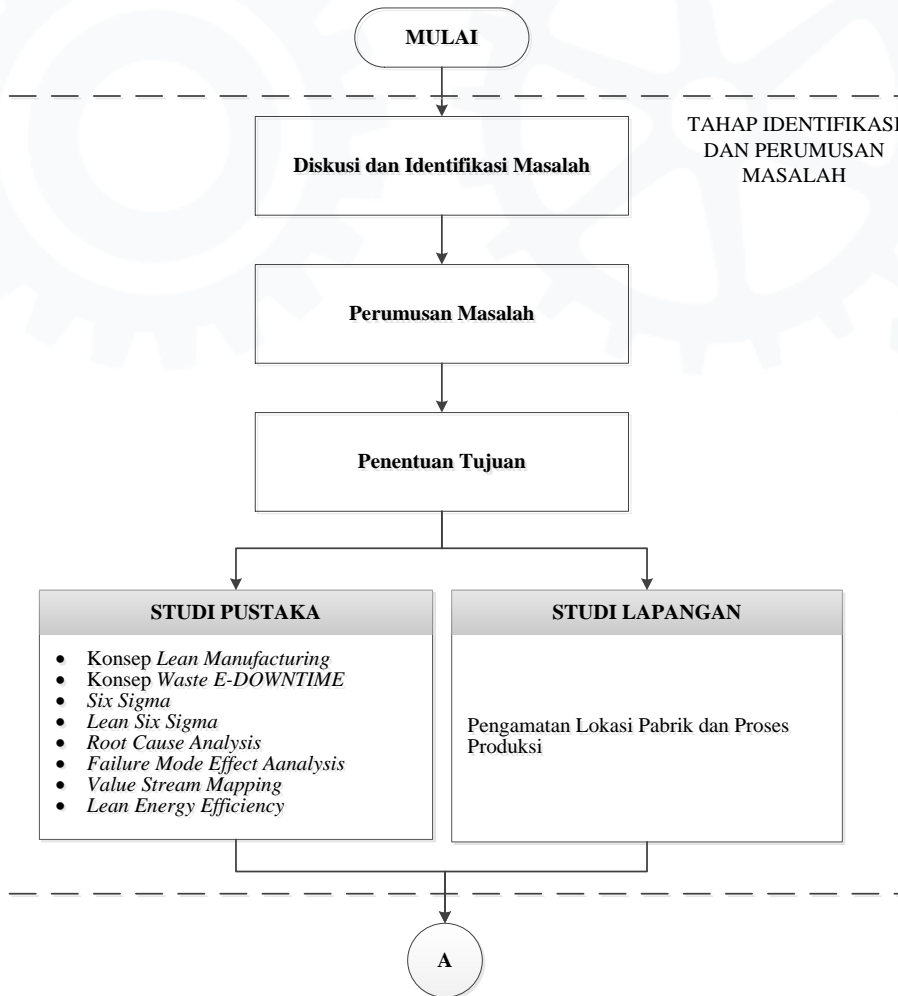
## Value Engineering

Metode pemilihan alternatif berdasar nilai kriteria pemilihan



# **METODOLOGI PENELITIAN**

# Metodologi Penelitian





# **PENGUMPULAN & PENGOLAHAN DATA**

# Fase Define

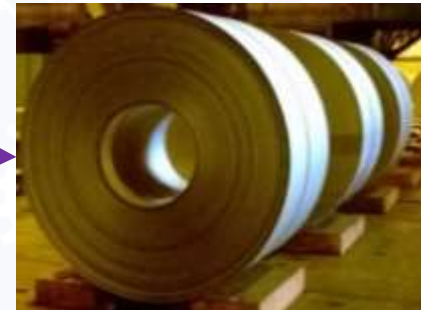
Objek Amatan : **Cold Rolled Coil (CRC)**

Periode	Jumlah Produksi (ton)
Jan	59.392
Feb	38.441
Mar	51.714
Apr	35.215
Mei	41.798
Jun	45.983
Jul	27.226
Agt	58.293
Sep	67.839
Okt	62.289
Nov	58.351
Des	42.215
<b>Total</b>	<b>588.756</b>



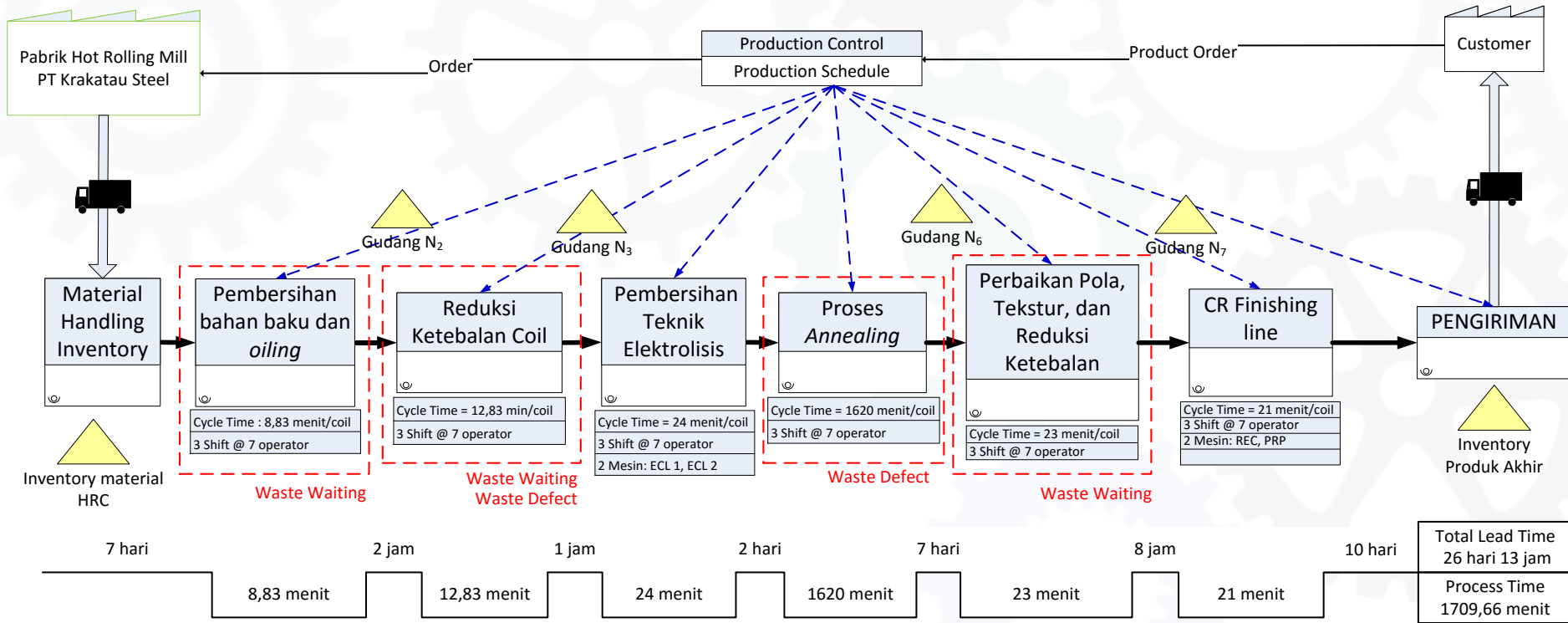
PABRIK  
COLD ROLLING MILL

CRC



- *Lite* dengan ketebalan 0,2 – 0,22 mm,
- *Medium* dengan ketebalan 0,23 – 0,6 mm
- *Heavy* dengan ketebalan 0,61 - 3,00 mm.

# Fase Define : Value Stream Mapping





# Fase Define : Klasifikasi Aktivitas

No	Proses	Klasifikasi			JUMLAH
		VA	NNVA	NVA	
1	Proses Pembersihan Bahan Baku dan Oiling	3	7	0	10
2	Proses Reduksi Ketebalan Coil	4	5	0	9
3	Proses Pencucian Teknik Elektrolisis	3	6	1	10
4	Proses Batch Annealing Furnace	2	11	0	13
5	Proses Perbaikan Pola, Tekstur, dan Reduksi Ketebalan Coil	1	4	1	6
6	CR Finishing Line	2	6	2	10
Jumlah Aktivitas		15	39	4	58
		26%	67%	7%	100%

4 aktivitas kelas NVA

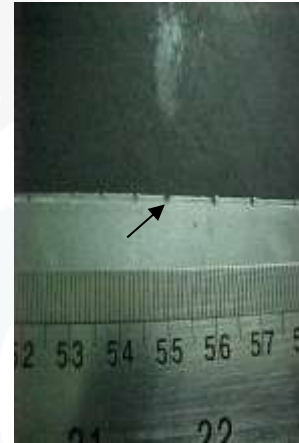


Akan dilakukan analisis lebih lanjut pada bab 5

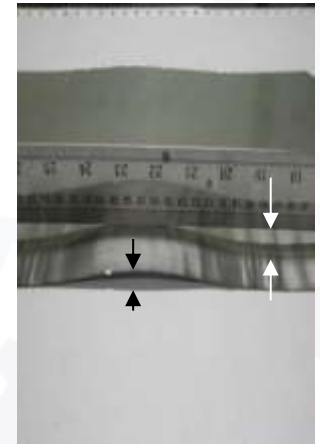
# Fase Define : Identifikasi Waste

Periode	Jumlah Defect (ton)	Produksi (ton)	Persentase Defect
Jan	1.199	59.392	2,02%
Feb	850	38.441	2,21%
Mar	1.287	51.714	2,49%
Apr	778	35.215	2,21%
Mei	1.142	41.798	2,73%
Jun	1.206	45.983	2,62%
Jul	694	27.226	2,55%
Agt	1.244	58.293	2,13%
Sep	1.189	67.839	1,75%
Okt	1.340	62.289	2,15%
Nov	1.088	58.351	1,86%
Des	1.077	42.215	2,55%
Total	13.095	588.756	2,22%

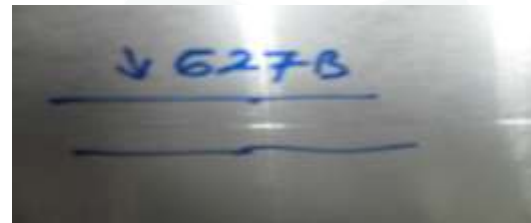
Sisi bergerigi



Sisi bergelombang



Goresan permukaan



Permukaan bergelombang



Warna abu kehitaman



# Fase Define : Identifikasi Waiting

Proses	Mesin	Working Time (jam)	Breakdown Time (jam)	Utilisasi
Pembersihan bahan baku dan oiling	CPL	8.233	1.592	81%
Reduksi Ketebalan Coil	CTCM	8.086	2.634	67%
Pencucian Teknik Elektrolisis	ECL 1	8.538	381	96%
	ECL 2	8.601	381	96%
Proses Annealing	BAF	8.568	222	97%
Perbaikan Pola, Tekstur, dan Reduksi Ketebalan Coil	TPM	8.452	894	89%
	REC	8.397	419	95%
CR Finishing Line Process	PRP	8.521	255	97%

## EHS

Peraturan mengenai kesehatan dan keselamatan pekerja dijalankan dengan disiplin dan diawasi. Divisi EHS menyatakan tidak ada masalah terkait limbah dan polusi di pabrik CRM PT KS.

## Overproduction

Pabrik bekerja mengikuti rencana produksi yang dibuat. Pabrik tidak bekerja diluar jadwal operasi yang diterbitkan karena berpengaruh terhadap suplai bahan baku dan jatah penggunaan energi

## Non utilizing employee, skill, knowledge

Pabrik CRM shift kerja 3 *shift* untuk operator sehingga pekerja tidak berada di dalam pabrik di luar jam kerjanya; pegawai yang dipekerjakan, terutama di pabrik, merupakan orang-orang yang sudah diberikan pelatihan dan bertanggung jawab terhadap tugas masing-masing.

## Transportation

Peralatan transportasi di pabrik sudah cukup memadai dan dalam kondisi baik untuk digunakan, tidak menggunakan alat transportasi manual untuk memindahkan coil, sudah ada alokasi masing-masing alat transportasi digunakan untuk tugas tertentu dan beroperasi di area tertentu.

## ❑ Inventory

Inventory bahan baku, WIP, dan finish produk ada berdasarkan perencanaan produksi sehingga akan selalu berkurang dan bertambah (tidak dapat dihilangkan) selama proses produksi terus berjalan.

## ❑ Motion

Peran manusia dalam proses produksi terbatas di persiapan awal coil sebagai input mesin dan di akhir proses ketika coil telah keluar dari mesin. Selain itu, aktivitas yang dilakukan adalah menunggu proses berjalan. Sedikitnya aktivitas yang butuh gerakan pekerja membuat kemungkinan gerakan-gerakan tidak penting sangat kecil.

## ❑ Excess Process

Sepanjang proses produksi CRC tidak ditemukan proses yang berulang dan tidak penting. Setiap proses sudah dirancang dengan tujuan tertentu terhadap produk dan *added value* yang berbeda antar proses. Tidak dilakukan analisis lebih lanjut.

# Fase Measure : Defect

**Critical-to-quality**

**5**

Keterangan	Jumlah (ton)
Sisi Coil Bergelombang	241
Sisi coil bergerigi	4.182
Permukaan coil bergelombang	440
Permukaan coil berwarna abu-abu kehitaman	2.892
Goresan-goresan dipermukaan coil	5.340
<b>Total Defect</b>	<b>13.095</b>
<b>Total Produksi</b>	<b>588.756</b>

Tingkat kekritisn karakter-karakter tersebut dianggap setara

Mengakomodir sebagian karakteristik sebagai CTQ tidak dapat menggambarkan kritisnya seluruh karakteristik terhadap kualitas produk.

Keterangan	Nilai
Total Tonase	588.756
Tonase Cacat	13.095
Cacat per Tonase	2,22%
CTQ	5
DPO	0,004448439
DPMO	4448,438547
<b>Sigma</b>	<b>4,12</b>

**sigma awal**

# Fase Measure : Defect

Keterangan	Satuan	Produksi	Defect
Tonase	Ton	588.756	13.095
Konsumsi Listrik	kWh	155.237.883	3.452.831
Konsumsi Gas	kKal	185.458.140.000	4.124.995.694
Biaya Listrik	Rp	224.241.122.392	4.987.614.263
Biaya Gas	Rp	86.627.497.194	1.926.785.489

Dari total energi yang dikonsumsi, diantaranya sudah digunakan dan hanya menghasilkan produk defect

Target perusahaan  
seharusnya energi tersebut  
menghasilkan produk sukses

## Loses Energi

Listrik 3.452.831 kWh  
Gas 4.124.995.694 kKal

## Loses Biaya

Listrik Rp4.987.614.263  
Gas Rp1.926.785.489

# Fase Measure : Waiting

Proses	Mesin	Working time (jam)	Breakdown Time (jam)	Utilisasi	DPMO	Sigma
Pembersihan bahan baku dan oiling	CPL	8.233	1.592	81%	193.385	2,37
Reduksi Ketebalan Coil	CTCM	8.086	2.634	67%	325.803	1,95
Pencucian Teknik Elektrolisis	ECL 1	8.538	381	96%	44.649	3,20
	ECL 2	8.601	381	96%	44.322	3,20
Proses Annealing	BAF	8.568	222	97%	25.897	3,44
Perbaikan Pola, Tekstur, dan Reduksi Ketebalan Coil	TPM	8.452	894	89%	105.734	2,75
CR Finishing Line Process	REC	8.397	419	95%	49.898	3,15
	PRP	8.521	255	97%	29.869	3,38

Mesin Kritis ←

Utilisasi < 90%  
atau  
10% < Breakdown time



Proses	Mesin	Breakdown time (jam)	Biaya (Rp/Jam)	Total
Pembersihan bahan baku dan oiling	CPL	1.592	11.684.183	18.602.192.954
Reduksi Ketebalan Coil	CTCM	2.634	21.054.785	55.467.427.314
Pencucian Teknik Elektrolisis	ECL 1	381	5.215.091	1.988.166.585
	ECL 2	205	3.810.312	779.272.349
Proses Annealing	BAF	222	6.066.879	1.346.139.391
Perbaiki Pola, Tekstur, dan Reduksi Ketebalan Coil	TPM	894	7.666.273	6.851.348.397
CR Finishing Line Process	REC	419	2.681.279	1.123.500.756
	PRP	255	3.992.987	1.016.215.145
				<b>87.174.262.892</b>

Proses	Mesin	Waktu (jam)	Biaya (Rp / jam)	Total Biaya ( Rp)
Pembersihan bahan baku dan oiling	CPL	1.592	11.684.183	18.602.192.954
Reduksi Ketebalan Coil	CTCM	2.634	21.054.785	55.467.427.314
Perbaiki Pola, Tekstur, dan Reduksi Ketebalan Coil	TPM	894	7.666.273	6.851.348.397

**92,8%** dari total kerugian finansial breakdown **→** 80.920.968.665

# Fase Measure : Pemilihan Waste Kritis

Waste Kritis dipilih secara OBJEKTIF berdasarkan kerugian biaya.

<b>Waste</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Kerugian Biaya (Rp)</b>
<b>Defect</b>	13.095 ton	6.914.399.752
Mesin CPL	1.592 jam	18.602.192.954
<b>Waiting</b> Mesin CTCM	2.634 jam	55.467.427.314
Mesin TPM	894 jam	6.851.348.397
<b>Total</b>		<b>87.835.368.416</b>

Detail penjelasan:  
Laporan TA  
page 48-58

Waste lain teridentifikasi tidak signifikan sehingga tidak dikatakan bermasalah.



**ANALISIS & PERBAIKAN**

# Fase Measure : RCA Defect (Laporan TA page 59-61)

Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Sisi Coil Bergelombang	Cold roll CTCM bekerja tidak benar	Roll tension terlalu tinggi	Mesin di-setting kurang sesuai dengan spesifikasi input dan spesifikasi output		
		Posisi pemasangan roll saat penggantian tidak simetris	Kesalahan dalam menjalankan prosedur penggantian (disengaja atau tidak)		
Sisi coil bergerigi	Proses pemotongan yang buruk di CPL	Pisau tumpul belum diganti operator dan masih tetap digunakan	Kurang kontrol untuk mengawasi kondisi pisau		
Permukaan coil bergelombang	Coil terlalu cepat memuai saat proses rolling	Temperatur terlalu tinggi saat proses reduksi ketebalan	Kinerja mesin kurang stabil	Mesin sudah tua (melewati masa ekonomis)	
				Maintenance dilaksanakan kurang optimal	
Permukaan coil berwarna abu atau kehitaman	Proses annealing membuat karbon di permukaan coil bereaksi	Komposisi gas di dalam ruang pembakaran BAF tidak terjaga			
		Coil terkontaminasi partikel asing padat saat pemindahan, saat proses, atau penyimpanan sebelumnya			
Goresan-goresan dipermukaan coil	Input proses rolling tidak bagus	Kualitas bahan baku input CRM buruk	Sejak awal bahan baku yang dikirim ke pabrik CRM dari pabrik HSM terindikasi keropos		

# Fase Measure : RCA Waiting (Laporan TA page 61-64)

Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Downtime Mesin CPL (Proses pencucian bahan baku)	Roll beroperasi namun muncul gejala defect meningkat pada produk.	Roll mengalami kerusakan pada as putar atau bearing	Usia pakai spare part roll sudah habis	Kurang pengawasan kondisi roll	
		Roll mengalami kerusakan pada permukaannya	Terkena serpihan produk yang cuil atau defect.		
	Roll dihentikan operasinya	Strip patah atau ruwet di dalam rol	Kinerja roll yang tidak stabil		
	Mesin belum beroperasi dengan normal ketika dicoba setelah perbaikan	Masalah mekanik dan elektrik pada mesin masih terjadi setelah dilakukan perbaikan atau penggantian spare part	Pemasangan spare part yang tidak benar	Kesalahan saat menjalan prosedur pemeliharaan dan perbaikan	
			Ada masalah mekanik dan elektrik lain yang belum teridentifikasi.		
	Travo mill masih belum dapat beroperasi setelah diperbaiki	Masih ada sparepart yang belum diperbaiki	Kurangnya ketelitian dalam mengevaluasi part yang perlu diganti.		
			Letak kegagalan dalam travo yang belum teridentifikasi		

# Fase Measure : FMEA Defect (Laporan TA page 64-71)

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Cause	Occurrence	Control	Detection	RPN	Recommendation Action	Responsibility	Action Taken
Defect	Sisi Coil Bergelombang	Sisi coil bergelombang karena roll miring dan tension yang diberikan tidak stabil	4	Mesin di-setting kurang sesuai sesuai dengan spesifikasi input dan spesifikasi output	5	Mencocokkan setting di layar komputer kontrol dengan lembar kerja (lembar spesifikasi produk)	2	40	Evaluasi pemahaman operator terkait tugas pengoperasian mesin	SCI dan CRM	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya
				Kesalahan dalam menjalankan prosedur penggantian (disengaja atau tidak)	4	Cek visual setelah dilakukan penggantian	3	48	Evaluasi pemahaman operator terkait tugas pemeliharaan mesin	SCI dan CRM	
	Sisi coil bergerigi	Pisau tumpul belum diganti operator dan masih tetap digunakan	6	Kurang kontrol untuk mengawasi kondisi pisau	5	Cek visual kondisi pisau	3	90	Evaluasi terhadap pelaksanaan prosedur pemeliharaan mesin	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.
	Permukaan coil bergelombang	Coil mengembang terlalu cepat karena temperatur tidak stabil	5	Mesin sudah tua (melewati masa ekonomis)	4	Menjalankan prosedur pemeliharaan yang sudah direncanakan. Secara visual bisa terlihat dari cacat pada coil yang muncul ketika rolling di dalam mesin.	3	60	Evaluasi kondisi mesin dan mempertimbangkan kebijakan investasi fasilitas produksi jangka panjang	SCI dan CRM	Membuat rencana jangka panjang penanganan fasilitas saat ini dan rencana investasi fasilitas
				Maintenance dilaksanakan kurang optimal	4	60		Evaluasi terhadap pelaksanaan prosedur pemeliharaan mesin	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.	

# Fase Measure : FMEA Waiting (Laporan TA page 72-83)

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Cause	Occurrence	Control	Detection	RPN	Recommendation Action	Responsibility	Action Taken
Downtime Mesin CPL (Proses pencucian bahan baku)	Roll rusak tetap digunakan yang dampaknya semakin bertambah jumlah defect	Roll rusak tetap digunakan yang dampaknya semakin bertambah jumlah defect	1	Kurang pengawasan kondisi roll	2	Diketahui dari getaran, temperatur, dan cacat yang ditimbulkan pada coil	7	14	Evaluasi pelaksanaan prosedur rutin pengawasan dan	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
	Roll berhenti mendadak karena strip ruwet.	Roll berhenti mendadak karena strip ruwet.	3	Kinerja roll yang tidak stabil	7	visual secara langsung hanya dengan mata	6	126	Melakukan observasi dan mengumpulkan data terkait kondisi roll sebelum dan sesudah strip ruwet di dalam mesin	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
	Mesin belum beroperasi setelah diperbaiki sisi mekanis dan elektriknya	Mesin belum beroperasi setelah diperbaiki sisi mekanis dan elektriknya	3	Kesalahan saat menjalan prosedur pemeliharaan dan perbaikan	6	visual secara langsung hanya dengan mata	5	90	Evaluasi pemahaman operator untuk melaksanakan prosedur pemeliharaan dan perbaikan	SCI dan CRM	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya
				Ada masalah mekanik dan elektrik lain yang belum teridentifikasi.	3	visual dibantu dengan alat	6	54	Menambahkan tools untuk meningkatkan ketelitian	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.
	Suplai listrik dari travo belum normal	Suplai listrik dari travo belum normal	1	Kurangnya ketelitian dalam mengevaluasi part yang perlu diganti.	1	visual secara langsung hanya dengan mata	5	5	Evaluasi pemahaman operator untuk melaksanakan prosedur perbaikan	SCI dan CRM	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya
				Letak kegagalan dalam travo yang belum teridentifikasi	1	visual dibantu dengan alat	6	6	Menambahkan tools untuk meningkatkan ketelitian	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.
	Roll rusak tetap digunakan yang dampaknya semakin bertambah jumlah defect	Roll rusak tetap digunakan yang dampaknya semakin bertambah jumlah defect	1	Kurang pengawasan kondisi roll	2	visual secara langsung hanya dengan mata	6	12	Evaluasi prosedur rutin pengawasan mesin	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
	Roll berhenti mendadak karena strip ruwet.	Roll berhenti mendadak karena strip ruwet.	6	Kinerja roll yang tidak stabil	8	visual secara langsung hanya dengan mata	5	240	Melakukan observasi dan mengumpulkan data terkait kondisi roll sebelum dan sesudah strip ruwet di dalam mesin	SCI dan CRM	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll

# Fase Improvement : Action Taken Waste Defect (Laporan TA p.83-84)

No	Subwaste	Root Cause	Action Taken
1	Sisi Coil Bergelombang	Mesin di-setting kurang sesuai dengan spesifikasi input dan spesifikasi output	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya
2		Kesalahan dalam menjalankan prosedur penggantian (disengaja atau tidak)	
3	Sisi coil bergerigi	Kurang kontrol untuk mengawasi kondisi pisau	Menerapkan checklist daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checklist.
4	Permukaan coil bergelombang	Mesin sudah tua (melewati masa ekonomis)	Membuat rencana jangka panjang penanganan fasilitas saat ini dan rencana investasi fasilitas
5		Maintenance dilaksanakan kurang optimal	Menerapkan checklist daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checklist.
6	Permukaan coil berwarna abu atau kehitaman	Komposisi gas di dalam ruang pembakaran BAF tidak terjaga	Mendesain dan menerapkan checklist pengecekan permukaan coil sebelum dan setelah annealing
7		Coil terkontaminasi partikel asing padat saat pemindahan, saat proses, atau penyimpanan sebelumnya	Menerapkan prosedur pengecekan lingkungan gudang dan sekitar mesin
8	Goresan-goresan dipermukaan coil	Sejak awal bahan baku yang dikirim ke pabrik CRM dari pabrik HSM terindikasi keropos	Memberikan saran perbaikan untuk pabrik HSM dan nyepakati terkait standard bahan baku yang dikirim HSM ke CRM



# Fase Improvement : Action Taken Waste Waiting

(Laporan TA p. 85-87)

No	Subwaste	Root Cause	Action Taken
1	Downtime Mesin CPL (Proses pencucian bahan baku)	Kurang pengawasan kondisi roll	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
2		Kinerja roll yang tidak stabil	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
3		Kesalahan saat menjalankan prosedur pemeliharaan dan perbaikan	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya
4		Ada masalah mekanik dan elektrik lain yang belum teridentifikasi.	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.
5		Kurangnya ketelitian dalam mengevaluasi part yang perlu diganti.	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya
6		Letak kegagalan dalam travo yang belum teridentifikasi	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.
7	Downtime Mesin CTCM (Proses ...)	Kurang pengawasan kondisi roll	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
8		Kinerja roll yang tidak stabil	Menerapkan checksheet pengawasan spare part roll
9		Prosedur penggantian dijalankan kurang disiplin	Menerapkan checksheet daftar spare part kritis pada mesin tersebut. Pemeliharaan dilakukan berurutan sesuai checksheet.
10		Kesalahan saat menjalankan prosedur pemeliharaan dan perbaikan	Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan operator berdasarkan evaluasi pemahaman operator terhadap tugasnya

# Fase Improvement : Alternatif Perbaikan

## Alternatif 1

### **Mengadakan On-Site Training untuk Operator Mesin dan Staf Maintenance**

1. Melakukan evaluasi terhadap seluruh operator yang berperan dalam pengoperasian mesin dan aktivitas pemeliharaan
2. Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan pekerja berdasarkan evaluasi pemahaman pekerja terhadap tugasnya

## Alternatif 2

### **Menerapkan Checksheet Pemeliharaan dan Penggantian Spare Part**

- Mengevaluasi, mendesain, dan menerapkan *checksheet* pengawasan *spare part* mesin-mesin yang digunakan untuk produksi di pabrik CRM, dan *checksheet* aktivitas pemeliharaan serta penggantian.

## Alternatif 3

### **Menerapkan Checksheet Pengecekan Bahan Baku Awal dan Akhir Proses**

- Mengawasi kualitas bahan baku awal yang dikirim dari pabrik HSM PT KS, mengevaluasi, mendesain dan menerapkan *checksheet* pengecekan karbon permukaan *coil* sebelum dan setelah proses *annealing* untuk menanggulangi cacat permukaan *coil*.

# Fase Improvement : Pemilihan Alternatif Perbaikan

Kombinasi	Performansi		Performance	Biaya	Value
	A	B			
	0,3	0,7			
0	32	33	32,7	3.418.809.858	1
1	34	35	34,7	3.438.309.858	1,06
2	38	34	35,2	3.433.309.858	1,07
3	32	37	35,5	3.433.309.858	1,08
1, 2	39	42	41,1	3.450.809.858	1,25
1, 3	39	38	38,3	3.443.309.858	1,16
2, 3	39	37	37,6	3.443.309.858	1,14
1, 2, 3	39	40	39,7	3.455.809.858	1,20

Menerapkan semua alternatif, biaya tertinggi, performance bukan yang tertinggi

**Terpilih.**

Tidak menerapkan semua alternatif, namun dianggap berdampak signifikan dan menghasilkan value tertinggi

# Fase Improvement : Alternatif Terpilih

## Alternatif 1

### **Mengadakan On-Site Training untuk Operator Mesin dan Staf Maintenance**

1. Melakukan evaluasi terhadap seluruh operator yang berperan dalam pengoperasian mesin dan aktivitas pemeliharaan
2. Melakukan on-site training untuk meningkatkan dan meratakan kemampuan pekerja berdasarkan evaluasi pemahaman pekerja terhadap tugasnya

## Alternatif 2

### **Menerapkan Checksheet Pemeliharaan dan Penggantian Spare Part**

- Mengevaluasi, mendesain, dan menerapkan *checksheet* pengawasan *spare part* mesin-mesin yang digunakan untuk produksi di pabrik CRM, dan *checksheet* aktivitas pemeliharaan serta penggantian.

# Fase Improvement : Contoh Checksheet Perbaikan

(Lampiran A dan B page xxiii – xxvi)

- ✓ Menambahkan satu kolom khusus untuk dipilih operator atau staff terkait yang menggambarkan kondisi mesin atau aktivitas berupa keterangan kualitatif.
- ✓ Membantu pihak-pihak lain, selain operator untuk memahami kondisi saat ini dengan jelas, apakah normal, di bawah standard, di atas standard, atau sedang berhenti karena bermasalah.
- ✓ Kondisi di atas standard lalu didapati sudah di bawah standard sebelum dilakukan tindakan lalu kembali berubah secara drastis di atas standard dapat mengindikasikan ketidakwajaran. Contoh kondisi tersebut sewajarnya tidak berubah menjadi normal sebelum dilakukan tindakan tertentu. Namun bila kondisi tersebut terjadi dapat ditelusuri kejadian awalnya dari keterangan kualitatifnya yang berubah sejak kapan.
- ✓ Perubahan dalam bentuk angka atau kuantitatif sulit terlihat kewajarannya karena seseorang perlu mempelajari bagaimana membaca masing-masing data. Pada *checksheet* perbaikan, keterangan kualitatif diisi oleh pekerja yang dapat membaca data kuantitatif sehingga pegawai lain yang kurang paham bagaimana memahami data kuantitatif dapat memahami keterangan kualitatif.

# Fase Improvement : Target Perbaikan



tercapai bila :

1. Tingkat ketidaksesuaian operator dalam melakukan operasi atau *setting* mesin yang menurun.
2. Aktivitas pemeliharaan dan perbaikan dilakukan dengan disiplin dan teratur berdasarkan prosedur dan *checksheet* sehingga berjalan optimal.

tercapai bila :

1. Tingkat ketidaksesuaian operator dalam melakukan operasi atau *setting* mesin yang menurun.
2. Aktivitas pemeliharaan dan perbaikan dilakukan dengan disiplin dan teratur berdasarkan prosedur dan *checksheet* sehingga berjalan optimal.
3. Frekuensi terjadinya *breakdown* dan waktu total *breakdown* setelah perbaikan berkurang dibandingkan dengan kondisi awal.

# Fase Improvement : Perubahan Defect

Karakteristik Defect	Tonase Defect Awal	Tonase Defect Perbaikan
Sisi Coil Bergelombang	241	193
Sisi coil bergerigi	4.182	3.346
Permukaan coil bergelombang	440	352
Permukaan coil berwarna abu-abu kehitaman	2.892	2.314
Goresan-goresan dipermukaan coil	5.340	4.272
<b>Total</b>	<b>13.095</b>	<b>10.476</b>

Keterangan	Sigma Awal	Sigma Perbaikan
Total Tonase	588.756	588.756
Tonase Cacat	13.095	10.476
Cacat per Tonase	2,22%	1,78%
CTQ	5	5
DPO	0,0044	0,0036
DPMO	4448,4385	3558,7508
Sigma	4,12	4,19

Penurunan defect sebesar 2.619 ton

Kenaikan nilai sigma sebesar 0,07

# Fase Improvement : Perubahan Defect

Keterangan	Satuan	Defect	
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Tonase	Ton	13.095	10.476
Konsumsi Listrik	kWh	3.452.831	2.762.265
Konsumsi Gas	kKal	4.124.995.694	3.299.996.555
Biaya Listrik	Rp	4.987.614.263	3.990.091.410
Biaya Gas	Rp	1.926.785.489	1.541.428.391

Penurunan biaya total  
Rp 1.382.879.950,-

## Penurunan energi

Listrik 690.566 kWh  
Gas 824.999.139 kKal



# Fase Improvement : Perubahan Waiting

Keterangan	Downtime awal	Downtime perbaikan	Sigma Awal	Sigma Perbaikan
Mesin CPL	95.525	71.644	2,37	2,56
Mesin CTCM	158.066	118.550	1,95	2,19
Mesin TPM	53.622	40.217	2,75	2,91

- Nilai sigma mesin CPL meningkat sebesar **0,19**
- Nilai sigma mesin CTCM meningkat sebesar **0,24**
- Nilai sigma mesin TPM meningkat sebesar **0,16**

- Downtime mesin CPL berkurang sebesar **398 jam**
- Downtime mesin CTCM berkurang sebesar **659 jam**
- Downtime mesin TPM berkurang sebesar **223 jam**

Keterangan	Biaya awal	Biaya perbaikan
Mesin CPL	18.602.192.954	13.951.644.715
Mesin CTCM	55.467.427.314	41.600.570.485
Mesin TPM	6.851.348.397	5.138.511.298
Total	80.920.968.665	60.690.726.498

Turun sebesar  
Rp 20.230.242.166  
akibat berkurangnya  
downtime

# Fase Improvement : Perubahan Aktivitas Produksi

## TIDAK ADA PENAMBAHAN ATAU PENGURANGAN AKTIVITAS

No	Proses	Klasifikasi			JUMLAH
		VA	NNVA	NVA	
1	Proses Pembersihan Bahan Baku dan Oiling	3	7	0	10
2	Proses Reduksi Ketebalan Coil	4	5	0	9
3	Proses Pencucian Teknik Elektrolisis	3	6	1	10
4	Proses Batch Annealing Furnace	2	11	0	13
5	Proses Perbaikan Pola, Tekstur, dan Reduksi Ketebalan Coil	1	4	1	6
6	CR Finishing Line	2	6	2	10
Jumlah Aktivitas		15	39	4	58
		26%	67%	7%	100%

**Defect dikurangi  
Frekuensi berkurang**

4 aktivitas  
kelas NVA

**Aktivitas NVA  
tetap  
dipertahankan**  
untuk menangani  
cacat

**Tetap ada  
potensi cacat**

# Fase Control

1. Pabrik dapat **menerapkan mekanisme pelaporan berkala** (sebelum dan setelah selesai kelompok *shift*) **secara langsung** mengenai jalannya proses produksi selama shift tersebut kepada atasan terkait (*operator* kepada *foremen* atau *foreman* kepada *supervisor*) diluar laporan tertulis.
2. **Pengawasan penerapan perbaikan *checksheet* dan prosedur** yang diterapkan di perusahaan perlu **dilakukan secara berjenjang kepada pejabat di bawahnya hingga level operator**. Kedisiplinan dalam menjalankan prosedur yang benar dapat dibiasakan sebagai budaya kerja.



# **KESIMPULAN & SARAN**

# Kesimpulan

1. Teridentifikasi masalah pada proses produksi CRC di pabrik CRM PT KS yaitu *defect* dan *waiting*, yang juga menjadi masalah yang kritis bagi pabrik CRM PT KS.
2. Waste *defect* berkontribusi terhadap konsumsi energi listrik dan gas. Penyebab terjadinya *waste* yang paling signifikan yaitu
  - pengawasan dan pemeliharaan,
  - faktor mesin
  - faktor kualitas material
  - kesesuaian dalam menjalankan prosedur.
3. Alternatif perbaikan terpilih yaitu kombinasi alternatif 1 dan 2
  - pelaksanaan on-site training untuk operator dan staff maintenance.
  - perbaikan prosedur pemeliharaan dan penggantian dengan mendesain dan menerapkan checklist perbaikan untuk aktivitas pemeliharaan dan perbaikan serta spare part mesin.
4. Penerapan alternatif perbaikan 1 dan 2 berdampak pada tonase defect yang menurun, waktu breakdown mesin CPL, CTCM, dan TPM yang menurun, serta kontribusi defect terhadap energi listrik dan gas yang menurun.

# Saran

1. Disarankan juga untuk melakukan kajian terkait pembaruan atau upgrade fasilitas produksi dengan pertimbangan usia mesin yang sudah tua.
2. Pabrik CRM PT KS bisa mulai melakukan komunikasi khusus untuk memberikan saran kepada pabrik HSM PT KS mengenai standard bahan baku dan nyepakati terkait standard bahan baku yang dikirim pabrik HSM ke pabrik CRM sehingga kualitas produk hasil pabrik CRM meningkat dan tidak mempermasalahkan kembali kaitan antara kualitas bahan baku buatan pabrik HSM terhadap munculnya defect.
3. Jika tersedia data yang lebih lengkap, penelitian ini dapat dikembangkan untuk diterapkan di pabrik-pabrik lain yang dioperasikan PT KS dan berpotensi untuk mengidentifikasi masalah yang berbeda di pabrik yang berbeda



# **DAFTAR PUSTAKA**

# Daftar Pustaka

1. Annappa, C.M. & Panditrao, K.S., 2012. Application Of *Value Engineering* For Cost Reduction- a Case Study Of Universal Testing Machine. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 4(1), pp.618-29.
2. Bicheno, J., Eriksson, H. & Torstensson, H., 2006. Similarities and Difference Between TQM, *Six Sigma*, and Lean. *The TQM Magazine*, 18(3), pp.282-96.
3. Decker, B.J., 1969. A New Breed - The *Value Managers*. *Value Engineering*, 1(5), pp.279-82.
4. Dudek-Burlikowska, M., 2011. Application of FMEA Method in Enterprise Focused on Quality. *Journal of Achievement in Materials and Manufacturing Engineering*, 45(1), pp.89-102.
5. Duggett, A.M., 2004. A Statistical Comparison of Tree *Root Cause* Tools. *Journal of Industrial technology* , 20(2), pp.1-9.
6. Epstein, G., Seryak, J. & D'Antonio, M., 2006. Quantifying Energy Saving from Len Manufacturing Productivity Increases. In *Proceedings of the Twenty-Eighth Industrial Energy Technology Conference*. New Orleans, 2006.
7. Gaspersz, V., 2006. *Continous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
8. Gaspersz, V., 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. PT Gramedia Pustaka Utama.
9. Harry, M.J. & Schroeder, R., 2000. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York.
10. Hines, P. & Taylor, D., 2000. *Going Lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School.



# Daftar Pustaka

1. Indrawati, S. & Ridwansyah, M., 2015. Manufacturing Continuous *Improvement* Using Lean *Six Sigma*: An Iron Ores Industry Case Application. *Industrial Engineering and Service Science*, pp.528-34.
2. Keskin, C., Asan, U. & Kayakutlu, G., 2013. *Value Stream Maps for Industrial Energy Efficiency*. In F. Cavallaro, ed. *assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems*. Springer. pp.357-79.
3. Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S. & Choo, A.S., 2003. *Six Sigma*: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operation Management* , (21), pp.193-203.
4. Mahto, D. & Kumar, A., 2008. Application of *Root Cause Analysis* in *Improvement* of Product Quality and Productivity. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 01(02), pp.16-53.
5. Matossian, B.G., 1969. Developing and Organising an Effective *Value Engineering* Programe - Part 1: The Fundamentals of VE. *Value Engineering*, 1(5), pp.303-07.
6. Melton, T., 2005. The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), p.662673.
7. N., V. & Shanmuganathan, S., 2011. Lean *Six Sigma*. In P.A. Coskun, ed. *Six Sigma Projects and Personal Experiences*. InTech. pp.1-22.
8. Park, R.J., 1999. Failure Mode Effect Analysis. In *Value Engineering: A Plan For Invention*. Florida: CRC Press LLC. p.22.
9. Pepper, M.P.J. & Spedding, T.A., 2010. The Evolution of Lean *Six Sigma*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), pp.138-55.
10. Rohani, J.M. & Zahraee, S.M., 2015. Production Line Analysis via *Value Stream Mapping*: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. In *2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference 2015*. Bali, 2015. Elsevier B.V.

# Daftar Pustaka

1. R, P.K. & Rudramurthy, 2013. Analysis of *Breakdown and improvement of Preventive Maintenance* on 1000 Ton Hydraulic Press. *International Journal of Emerging Technology and Advance Engineering*, 3(8), pp.636-45.
2. Seryak, J., Epstein, G. & D'Antonio, M., 2006. Lost Opportunities in Industrial Energy Efficiency: New Production, Lean Manufacturing and Lean Energy. In *Twenty-Eight Industrial Energy Technology Conference*. New Orleans, LA, 2006.
3. Sharma, P., 2012. *Calculating COPQ Using Weighted Risk of Potential Failures*. [Online] Available at: [www.isixsigma.com/](http://www.isixsigma.com/) [Accessed 22 Maret 2016].
4. Sheridan, J.H., 2000. Lean Six Sigma's Synergy. *Industry Week*, 249(17), pp.81-2.
5. Wilson, L., 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: McGraw-Hill Companies Inc.
6. Womack, J.P. & Jones, D.T., 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and Schuster Inc.
7. Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D., 1990. *The Machine that Change the World*. New York: HarperCollins.