

Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) Pada Lini Produksi PT. KHI Pipe Industries

Andi Rahayu Putri¹, Lely Herlina², Putro Ferro Ferdinand³

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jendral Soedirman Km.3 Cilegon, Banten 42435

Andiraputri24@gmail.com¹, Lely@untirta.ac.id², Putro.Ferro@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

PT. KHI Pipe Industries merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan pipa baja las terbesar di Indonesia. Berdasarkan report pembuatan pipa gas spiral pada periode sebelumnya, terdapat beberapa jenis waste seperti overproduction yang berasal dari jumlah pipa reject sebanyak 57 dari 885 pipa yang diproduksi, yang menyebabkan produksi pipa harus ditingkatkan 57 buah untuk mengganti produk pipa yang reject, hal ini pula yang menyebabkan adanya waktu menunggu untuk pipa dapat dilakukan proses berikutnya, dari report produksi yang sama ditemukan juga 1290 defect dari 11 jenis defect pengelasan y. Identifikasi waste dilakukan pada work order berikutnya dengan menggunakan waste assessment model dan didapat nilai persentase akhir untuk masing-masing waste adalah 27% untuk defects, 18% untuk overproduction, 14 untuk inventory, 13 untuk motion, 11% untuk transportation, 8% untuk process dan 8% untuk waiting. Defect merupakan waste terbesar yang didapat dari perhitungan hasil kuisioner WAM, maka Value Stream Mapping Tools (VALSAT) yang digunakan adalah quality filter mapping. Akar permasalahan dari defect yang ada diketahui dengan menggunakan Fault Tree Analysis (FTA), dan dari akar permasalahan yang ada dibuat usulan perbaikan dengan menggunakan tools 5WIH, seperti memberikan pelatihan on the job training untuk operator, maintenance mesin yang rutin, pergantian suku cadang berkala, perbaikan bagian penyimpanan serta pemilihan material yang lebih baik.

Kata kunci : Identifikasi waste, Waste Assessment Model, Six Sigma, Fault Tree Analysis (FTA), 5WIH

ABSTRACT

PT. KHI Pipe Industries was the biggest steel pipe welded company in Indonesia. Consider on work order report of spiral pipe welded for oil and gas last period, detect some waste was exist. Some of them are overproduction shown by 57 pipes reject from 885 pipes, not only causing remake 57 pipes but also causing waiting for another pipes to another process. From the same work order report was shown 1290 defects there were 11 types of defect. Waste identify to next work order report using waste assessment model (WAM) final result obtain percentage for each waste 27% for defects, 18% for overproduction, 14% for inventory, 13% for motion, 11% for transportation, 8% for process and 8% for waiting. The highest percentage of waste is defect, consider the result Value Stream Mapping Tools (VALSAT) which proper to mapping the defect is quality filter mapping. This research show some factors of defect by Fault Tree Analysis (FTA) used to breakdown the real problems. Based the factors of defect reseacher using 5WIH tools to give some recommendation to increase defect on procuton line of KHI Pipe Industries such as give a job training to operators like on the job training, maintenance of machine continous, changes of spare part of machines frequently, fixed inventory section and recomendation for better materials.

Keywords : Waste Identify, Waste Assessment Model (WAM), Six Sigma, Fault Tree Analysis (FTA), 5WIH

PENDAHULUAN

Perbaikan kualitas akan erat kaitannya dengan *lean* yang diartikan sebagai suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk agar memberikan nilai pada pelanggan. Pengendalian kualitas juga dapat berdampak positif kepada bisnis melalui dua cara yaitu dampak terhadap biaya produksi dan dampak terhadap pendapatan (Gaspersz, 2002). Sehingga pengendalian kualitas menjadi hal yang perlu ditingkatkan pada setiap perusahaan, termasuk pada PT. KHI *Pipe Industries*.

Dalam pengamatan awal diketahui ada beberapa hambatan dalam proses produksi seperti cacat pada produk atau material, produksi yang berlebihan, waktu menunggu untuk proses tertentu dan permasalahan mesin yang termasuk kedalam kategori *waste*. Pada *work order* 4-0057 yang memproduksi pipa gas spiral di mesin SPM 1200 berjumlah 885 pipa dengan jumlah pipa *reject* sebanyak 57, sehingga menyebabkan produksi pipa harus dilebihkan 57 buah untuk mengganti produk pipa yang *reject*, hal ini pula yang menyebabkan adanya waktu menunggu untuk pipa dapat dilakukan proses berikutnya. Dari *work order* yang sama didapat jumlah *defect* sebanyak 1290 dalam 885 pipa yang diproduksi, yang terdiri dari 11 jenis *defects* yaitu *start stop*, *under fill*, *under cut*, *scratch*, *rollmark*, *sliver*, *indent*, *bone trough*, *porosity* dan *jump weld*. Beberapa hal di atas merupakan beberapa *waste* yang masih terjadi dalam lini produksi di PT. KHI *Pipe Industries*.

Berdasarkan hal ini penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi *waste* yang ada pada lini produksi PT. KHI *Pipe Industries* di WO 4-0060, mengetahui *waste* yang dominan dan memberikan usulan perbaikan dari *waste* yang paling dominan. Dalam penelitian ini jenis pipa yang diteliti adalah pipa las spiral atau *spiral pipe welded* yang diproduksi di mesin SPM 1200, dengan data produksi sesuai dengan *work order* (WO) 4-0060 pada tanggal 1 Juli 2014 hingga 18 Agustus 2014.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan merupakan gabungan antara *lean* dan *six sigma*, dimana *lean* merupakan bahasan inti dalam permasalahan ini, yang merupakan latar belakang dan ini dari permasalahan yang diteliti sedangkan *sig sigma* digunakan sebagai tahapan penyelesaian sesuai alur DMAI yaitu tahap *define*, tahap *measure*, tahap *analyze* dan tahap *improve* dan keempat tahapan merupakan satu kesatuan yang saling terintegrasi.

Tahap *define*, merupakan tahap identifikasi awal dari permasalahan *lean* yaitu mengidentifikasi *waste* yang ada pada lini produksi, data yang dikumpulkan berupa kuisisioner untuk *waste relationship matrix* yang terdiri dari 6 pertanyaan untuk masing masing relasi dan jumlah relasi antar *waste* berjumlah 31 relasi, kemudian kuisisioner untuk *waste assessment questionnaire* berupa 68 pertanyaan yang harus dijawab dengan bobot angka

angka 0; 0,5 dan 1. Selain itu data alur produksi juga digunakan dalam tahap *define* yang digambarkan dalam diagram SIPOC dan data kriteria kualitas atau CTQ. Dari tahap ini di dapat presentase untuk masing-masing *waste*, dan ditentukan *value stream mapping tools* (VALSAT) yang digunakan.

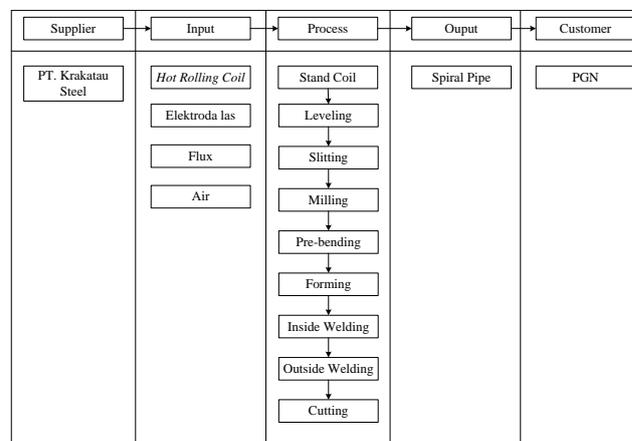
Tahap *measure* merupakan tahap yang selanjutnya berupa perhitungan dari hasil identifikasi. Data yang dikumpulkan adalah data CTQ, data produksi WO 4-0060. Dan dari data ini dibuat hitungan nilai DPMO dan dibuat VALSAT sesuai dengan hasil dari identifikasi awal.

Tahap *analyze* merupakan tahap analisis untuk mengetahui akar permasalahan yang ada dalam penelitian. Data yang dibutuhkan adalah hasil *brainstorming* tentang faktor penyebab *waste*, dari data ini dibuat *fault tree analysis* (FTA) untuk mendapatkan akar masalah dari faktor penyebab *waste*.

Tahap *improve* merupakan tahap akhir dalam penelitian ini, tahap ini dibuat dengan maksud memberikan usulan perbaikan untuk *waste* yang ada dalam penelitian kali ini. Data diambil dari tahap sebelumnya yaitu tahap *analyze*, dan pengolahan data menggunakan tools 5W1H.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan tahapan pada DMAI yaitu *define*, *measure*, *analyze* dan *improve*. Berikut adalah data yang dikumpulkan peneliti untuk mendukung penelitian ini.



Gambar 1. Diagram SIPOC Produksi Pipa Baja Spiral

1. Tahap Define

Pada tahap ini metode yang digunakan adalah *waste assessment model* untuk mengidentifikasi *waste* pada lini produksi pipa baja las spiral, dengan menggunakan alat bantu berupa *waste relationship matrix* dan *waste assessment questionnaire*.

Tabel 1. Hasil Kuisisioner Waste Relationship Matrix

Relation	1		2		3		4		5		6		Jum
	A	W	A	W	A	W	A	W	A	W	A	W	
O_I	a	4	a	2	A	4	a	2	a	1	b	2	15
O_D	b	2	c	0	B	2	a	2	d	2	b	2	10
O_M	b	2	a	2	A	4	b	1	c	1	b	2	12
O_T	b	2	a	2	B	2	b	1	c	1	b	2	10
O_W	c	1	c	0	C	0	c	0	c	1	c	0	2
I_O	c	1	b	1	B	2	b	1	b	1	b	2	8
I_D	c	1	c	0	A	4	b	1	d	2	c	0	8
I_M	c	1	a	2	C	0	b	1	b	1	c	0	5
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
W_D	c	1	c	0	A	4	a	2	a	1	a	4	12

Hasil kuisisioner waste relationship matrix (WRM) dari tiga responden di dapatkan rata-rata jumlah untuk masing-masing relasinya dan dihitung untuk mendapatkan nilai WRM, sesuai dengan tabel konversi.

Tabel 2. Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar Waste

Range	Type of Relationship	Symbol
17-20	Absolutely Necessary	A
13-16	Especially Important	E
9-12	Important	I
5-8	Ordinary Closeness	O
1-4	Unimportant	U
0	No relationship	X

Maka akan di dapat waste relationship matrix berupa from to chart sebagai berikut.

Tabel 3. Waste Relationship Matrix

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	I	I	I	X	U
I	O	A	I	O	I	X	X
D	I	O	A	I	I	X	O
M	X	O	O	A	X	O	U
T	U	U	I	O	A	X	U
P	I	O	I	I	X	A	O
W	U	U	I	X	X	X	A

Dari tabel diatas dikonversi kembali agar setiap huruf menjadi angka dengan nilai A=10, E=8, I=6, O=4, U=2 dan X=0, dan akan di dapat persentase untuk tiap kolom dan baris.

Tabel 4. Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Jum	%
O	10	8	6	6	6	0	2	38	18,1
I	4	10	6	4	6	0	0	30	14,3
D	6	4	10	6	6	0	4	36	17,1
M	0	4	4	10	0	4	2	24	11,4
T	2	2	6	4	10	0	2	26	12,4
P	6	4	6	6	0	10	4	36	17,1
W	2	2	6	0	0	0	10	20	9,5
Jum	30	34	44	36	28	14	24	210	
%	14,3	16,2	21,0	17,1	13,3	6,7	11,4		

Nilai pada tabel 4 akan digunakan berikutnya pada perhitungan waste assessment questionnaire. Kuisisioner yang disebarakan berisi 68 pertanyaan yang masing-masing memiliki pengelompokan tersendiri dan dijawab dengan bobot angka 0; 0,5 dan 1.

Tabel 5. Hasil Waste Assessment Questionnaire

No	Jenis	Kategori	Prod	QC	QC	Rata-Rata
1	To Motion	B	1	0,5	0	0,50
2	From Motion	B	1	1	0	0,67
3	From defects	B	1	0	1	0,67
4	From Motion	B	0,5	0,5	0	0,33
5	From Motion	B	0	0,5	0	0,17
6	From defects	B	0,5	1	1	0,83
7	From Process	B	0,5	0,5	0	0,33
8	To Waiting	B	1	0	0	0,33
9	From Waiting	B	1	0	0	0,33
:	:	:	:	:	:	:
68	From Defect	B	1	1	1	1

Sejumlah 68 pertanyaan kemudian dikelompokkan sesuai dengan jenis pertanyaan.

Tabel 6. Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No	Tipe Pertanyaan	Jumlah Pertanyaan (Ni)
1	From Overproduction	3
2	From Inventory	6
3	From Defects	8
4	From Motion	11
5	From Transportation	4
6	From Process	7
7	From Waiting	8
8	To Defects	4
9	To Motion	9
10	To Transportation	3
11	To Waiting	5
	Jumlah Pertanyaan	68

Perhitungan waste assessment questionnaire terbagi menjadi bebrapa tahap, sebagai berikut.

Tabel 7. Bobot Pertanyaan Berdasarkan WRM

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal Untuk Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
1	Man	To Motion	6	4	6	10	4	6	0
2		From Motion	0	4	4	10	0	4	2
3		From defects	6	4	10	6	6	0	4
4		From Motion	0	4	4	10	0	4	2
5		From Motion	0	4	4	10	0	4	2
6		From defects	6	4	10	6	6	0	4
7		From Process	6	4	6	6	0	10	4
8	Material	To Waiting	2	0	4	2	2	4	10
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
68	Method	From defect	6	4	10	6	6	0	4

Tabel 8. Hasil Perkalian Pembobotan Dengan Jumlah Pertanyaan

No	Ni	Bobot Untuk Tiap Waste (Wj.k)						
		Wo.k	Wi.k	Wd.k	Wm.k	Wt.k	Wp.k	Ww.k
1	9	0,67	0,44	0,67	1,11	0,44	0,67	0,00
2	11	0,00	0,36	0,36	0,91	0,00	0,36	0,18
3	8	0,75	0,50	1,25	0,75	0,75	0,00	0,50
4	11	0,00	0,36	0,36	0,91	0,00	0,36	0,18
5	11	0,00	0,36	0,36	0,91	0,00	0,36	0,18
6	8	0,75	0,50	1,25	0,75	0,75	0,00	0,50
7	7	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
8	5	0,40	0,00	0,80	0,40	0,40	0,80	2,00
:	:	:	:	:	:	:	:	:
68	5	1,20	0,80	2,00	1,20	1,20	0,00	0,80
Sj		50,5	50,3	70,8	52,5	50,5	30,0	40,3
Fj		57	63	68	57	42	36	50

Nilai pada tabel 8 didapatkan dari pembagian nilai pada tabel 7 dengan jumlah pertanyaan (Ni), menghitung serta menghitung nilai frekuensi (Fj) yang merupakan bobot yang bukan nol. dan menghitung nilai score waste (Sj) sesuai dengan rumus berikut.

$$Sj = \sum_{k=1}^k \frac{Wj.k}{Ni} \quad (1)$$

Dimana Sj merupakan score dari waste, j adalah jenis waste, Ni adalah jumlah pertanyaan dan k adalah nomor dari pertanyaan

Tabel 9. Hasil Perkalian Bobot Dengan Jawaban Pertanyaan Kuisisioner WAQ

No	Rata-Rata jawaban	Bobot Untuk Tiap Waste (Wj.k)						
		Wo.k	Wi.k	Wd.k	Wm.k	Wt.k	Wp.k	Ww.k
1	0,50	0,33	0,22	0,33	0,56	0,22	0,33	0,00
	0,67	0,00	0,24	0,24	0,61	0,00	0,24	0,12
3	0,67	0,50	0,33	0,83	0,50	0,50	0,00	0,33
4	0,33	0,00	0,12	0,12	0,30	0,00	0,12	0,06
5	0,17	0,00	0,06	0,06	0,15	0,00	0,06	0,03
6	0,83	0,63	0,42	1,04	0,63	0,63	0,00	0,42
7	0,33	0,29	0,19	0,29	0,29	0,00	0,48	0,19
8	0,33	0,13	0,00	0,27	0,13	0,13	0,27	0,67
:	:	:	:	:	:	:	:	:
68	1,00	1,20	0,80	2,00	1,20	1,20	0,00	0,80
sj		19,8	17,6	29,3	19,6	19,4	11,9	16,3
fj		46	51	55	46	33	30	43

Tabel 9 menunjukkan nilai perkalian bobot pada tabel 8 dengan rata-rata hasil kuisisioner WAQ pada tabel 5, dan menghitung nilai sj sesuai dengan rumus 2 serta menghitung nilai fj yang merupakan bbbobot yang bukan nol.

$$sj = \sum_{k=1}^k Xk \times \frac{Wj}{k} \quad (2)$$

Kemudian perhitungan dilanjutkan untuk mendapatkan nilai akhir, dengan sebelumnya menghitung nilai Pj faktor, yaitu dengan mengalikan persentase pada baris dan kolom untuk setiap waste pada tabel 4, sehingga di dapatkan nilai PJ faktor seperti pada tabel 10.

Tabel 10. Nilai Pj Faktor

O	I	D	M	T	P	W
0,026	0,023	0,036	0,020	0,017	0,011	0,011

Terakhir adalah perhitungan nilai hasil akhir dalam bentuk persentase, sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Waste Assessment Questionnaire

	O	I	D	M	T	P	W
Score (Yj)	0,32	0,28	0,33	0,30	0,30	0,33	0,35
Pj Faktor	0,026	0,023	0,036	0,020	0,017	0,011	0,011
Hasil Akhir (Yj Final)	0,0082	0,0066	0,0120	0,0059	0,0050	0,0038	0,0038
Hasil Akhir (%)	18%	15%	27%	13%	11%	8%	8%
Ranking	2	3	1	4	5	6	7

Menghitung nilai hasil akhir (Yj Final) dengan menghitung faktor indikasi (Yj) untuk setiap waste dengan rumus sebagai berikut.

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad (3)$$

Kemudian menghitung final waste ($Y_{j\text{final}}$) dengan persamaan.

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j \quad (4)$$

Hasil pada tabel 11 menunjukkan nilai persentase untuk masing-masing waste, dan didapat nilai waste terbesar adalah defect yaitu 27%. Sehingga tools yang digunakan untuk memetakan waste ini adalah quality filter mapping.

2. Tahap Measure

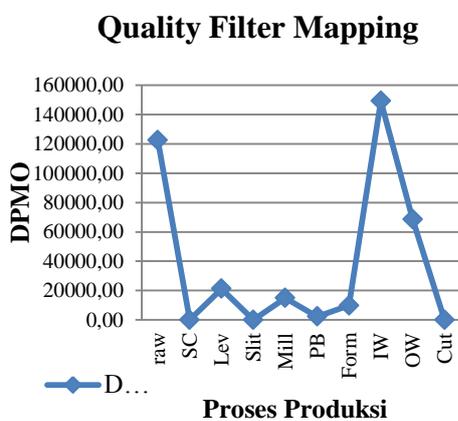
Pada tahap ini dilakukan perhitungan DPMO berdasarkan data produksi dan data CTQ, kemudian membuat VALSAT berupa quality filter mapping. Perhitungan nilai DPMO sesuai dengan persamaan berikut.

$$DPMO = \frac{\text{defect}}{\text{Jumlah produk} \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (5)$$

Tabel 12. Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

Process	Jumlah Produk	Defect	CTQ	DPMO	Nilai Sigma
Raw	870	213	2	122413,79	2,66
SC	870	0	0	0,00	0,00
Lev	870	37	2	21264,37	3,53
Slit	870	0	0	0,00	0,00
Mill	870	26	2	14942,53	3,67
PB	870	2	1	2298,85	4,33
Form	870	17	2	9770,11	3,84
IW	870	909	7	149261,08	2,54
OW	870	179	3	68582,38	2,99
Cut	870	0	0	0,00	0,00

Dari perhitungan nilai DPMO pada tabel 12 dibuat quality filter mapping sesuai dengan urutan proses pada gambar 1.

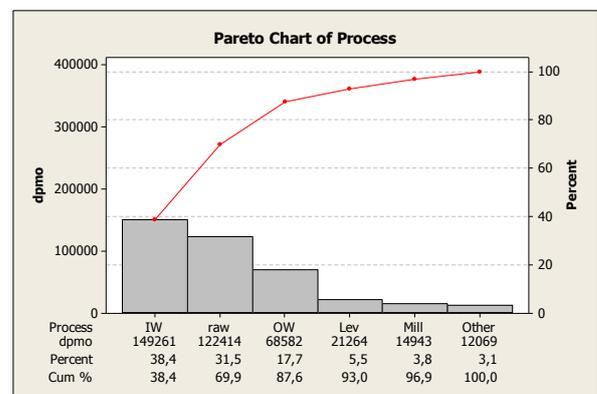


Gambar 2. Quality Filter Mapping

Dari gambar diatas, dapat kita lihat bahwa pada raw material nilai kemungkinan defect dari satu juta produksi lebih dari 120.000, untuk proses Stand Coil atau SC tidak terdapat defect, pada proses leveling nilai defect lebih dari 20.000, sama seperti Stand Coil proses Slitting tidak terdapat defect, pada proses milling yang tercatat mendekati 20.000 defect, pada proses Prebending tidak terdapat catatan defect untuk produksi pipa spiral, sedangkan pada proses forming atau pembentukan awal pipa terdapat kurang dari 10.000 defect, proses inside welding atau IW memiliki defect lebih dari 140.000, proses outside welding atau OW lebih dari 60.000 defect dan pada proses cutting tidak terdapat catatan defect.

3. Tahap Analyze

Pada tahap analyze hasil dari penelitian sebelumnya dianalisa, pada tahap sebelumnya telah diketahui waste terbesar adalah defect, dan defect banyak ditemukan pada tahapan proses produksi, dan pada tahap ini juga dibuat prioritas dengan menggunakan pareto chart.



Gambar 3. Pareto Chart

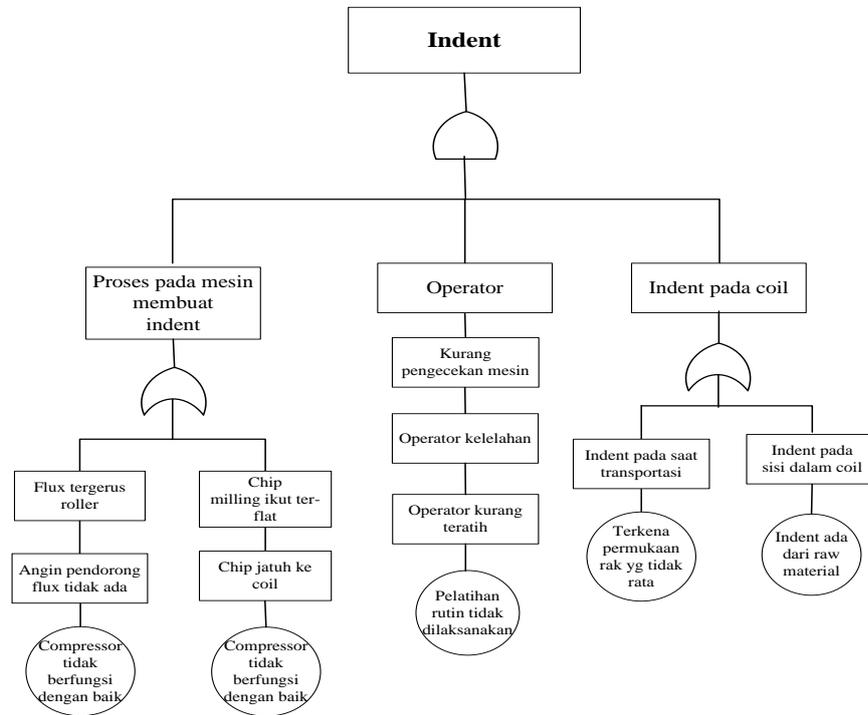
Dari gambar 3 diketahui bahwa proses inside welding (IW), raw material dan outside welding (OW) merupakan tiga proses yang terbesar dan sudah masuk kedalam 80% penyebab terbesar defect pada proses produksi pipa las spiral untuk gas. Pada setiap proses terdapat beberapa kriteria kualitas yang ditunjukkan pada tabel 13.

Tabel 13. Critical To Quality Produk Pipa Spiral

No	Process	CTQ	Jumlah
1	Raw Material	Scratch, Indent	2
2	Stand Coil	-	0
3	Leveling	Scratch, Rollmark	2
4	Slitting	-	0
5	Milling	Scratch, Indent	2
6	Pre-bending	Rollmark	1
7	Forming	Rollmark, HighLow	2
8	Inside welding	Start Stop, Under Fill, Scratch, Bone trough, Porosity, HighLow	7
9	Outside welding	Start Stop, HighLow, Jump Welding	3
10	Cutting	-	0

Analisa dilakukan untuk mengetahui akar permasalahan dari masing-masing CTQ untuk proses *inside welding* (IW), raw material dan *outside welding*

(OW) dengan menggunakan *fault tree analysis* (FTA). Dan berikut adalah salah satu contohnya.



Gambar 4. FTA Indent

Penyebab terjadinya *defect* berupa indent adalah faktor proses pada mesin yang membuat indent, faktor operator dan faktor coil yang sudah memiliki indent. Berikut adalah penjelasannya.

1. Proses pada mesin yang membuat indent
 Proses yang dapat menyebabkan indent adalah flux yang tergerus oleh roller karena angin peniup flux tidak ada hal ini terjadi karena kompresor angin tidak berfungsi dengan baik. Indent juga dapat disebabkan karena chip milling atau sisa potongan sisi coil ikut *ter-flat* pada mesin leveling karena chip milling jatuh ke coil yang akan di proses hal ini karena kompresor angin tidak berfungsi dengan baik sehingga chip milling tidak ke tempat seharusnya.
2. Faktor Operator
 Faktor operator yang bisa menyebabkan indent pada produk adalah karena operator kurang melakukan pengecekan mesin karena operator kelelahan dan hal ini terjadi karena operator tidak mengalami pelatihan sebelumnya dalam bekerja.
3. Indent pada coil
 Indent pada coil sebelum masuk dalam proses produksi bisa dikarenakan dua hal yaitu indent pada saat transportasi karena terkena permukaan rak yang tidak rata, atau karena indent ada pada sisi dalam coil dan ini karena indent ada dari material awal.

4. Tahap Improve

Pada tahap ini peneliti mengusulkan beberapa perbaikan dari akar permasalahan defect yang telah di deskripsikan pada tahap *analyze*. Pada tahap ini tools yang digunakan adalah 5W1H.

Tabel 14. Usulan Perbaikan

No	1	2	3	:	15
Faktor	Compressor tidak berfungsi dengan baik	Terkena permukaan rak yang tidak rata	Indent ada dari raw material	:	Faktor luar kendali
What	Maintenance mesin compressor yang lebih sering	Meratakan permukaan rak	Pemilihan material yang lebih teliti	:	Penambahan penstabil listrik otomatis
Why	Agar mesin compressor yang digunakan masih bisa stabil dalam beroperasi	Agar indent saat transportasi dapat dihindari	Agar defect awal dapat diminimalisir atau dihindari	:	Agar listrik lebih stabil.

Tabel 14. Usulan Perbaikan (Lanjutan)

No	1	2	3	:	15
Where	stasiun milling dan welding tepatnya pada bagian pendorong flux	Seluruh stasiun yang menggunakan rak	Saat pemesanan dan penerimaan barang awal	:	Seluruh stasiun
When	Setiap hari	Secepatnya	. Saat raw material datang.	:	Secepatnya
Who	Operator	Operator	QC	:	Managemnt, operator
How	Memeriksa kondisi mesin compresor sebelum dioperasikan dan selalu mengecek saat ada jeda proses produksi	Menghaluskan permukaan rak.	Memesan produk coil yang lebih baik dari sebelumnya, dari sisi kualitas. Dengan defect yang lebih sedikit atau tidak ada.	:	Penambahan alat penstabil listrik.

KESIMPULAN

Persentase dari masing-masing *waste* pada produksi pipa gas spirial di PT. KHI Pipe Industries adalah 27% untuk *defects*, 18% untuk *overproduction*, 14 untuk *inventory*, 13 untuk *motion*, 11 untuk *transportation*, 8 % untuk *process* dan 8% untuk *waiting*. *Waste* yang paling dominan dari presentasi hasil perhitungan *waste assessment model* adalah *defect*. Serta usulan perbaikan yang diusulkan untuk mengurangi *defect* yang banyak muncul dalam proses produksi adalah *Maintenance* mesin secara rutin setiap hari saat sebelum pemakaian, kontroling saat pemakaian dan sesudah pemakaian. *Maintenance* berupa pelapisan manganis pada sisi mesin agar tidak bergesekan dengan coil, pengecekan mesin *compressor*, mesin pemanas flux, pemeriksaan kondisi wire house, pengecekan cutting set, pengecekan *roller forming*. Mengganti part secara berkala seperti penggantian lapisan manganis pada mesin, penggantian *cutting set* pada mesin *milling*, penambahan pelumas pada pemutar *wire house*. Menghaluskan permukaan rak penyimpanan pipa, untuk mengurangi terjadinya *indent* maupun *scratch*. Sebaiknya dipilih *raw material* yang memiliki lebih baik dari sebelumnya, serta dilakukan pemeriksaan yang lebih teliti saat pemesanan raw material. Pelatihan berupa *on the job training* pada operator untuk meningkatkan skill dan pengetahuan seputar pengoperasian alat dan juga training untuk *maintenance* mesin, agar *maintenance* dapat dilakukan oleh setiap operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Daonil. 2012. Implementasi Lean Manufacturing Untuk Eliminasi *Waste* Pada Lini Produksi Machining Cast Wheel Dengan Menggunakan Metode WAM dan VALSAT, Universitas Indonesia.
- Gultom, S dkk. 2013. Studi Pengendalian Mutu dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma* Pada PT XYZ. Sumatera Utara : universitas Sumatera Utara. Vol 3 no 2 hal 23-30.
- Marlyana, N. 2011. Upaya Peningkatan Kinerja Melalui Penerapan Metode *Lean Six Sigma* Guna Mengurangi *Non Value Added Activities*. Semarang : UNISSULA
- Hines, P and Rich, N. 1997. The Seven Value Stream Mapping Tools, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17, hal 46-64.
- Purwani, E. 2012. Perancangan Standarisasi Peta Proses Service Dengan Metode *Lean Sigma* (Studi Kasus Divisi *Recovery* pada Kontraktor Telekomunikasi). Jakarta : Universitas Indonesia.
- Pusporini, P dan Andesta, D. 2012. Integrasi Model *Lean Six Sigma* untuk Peningkatan Kualitas Produk. Gresik : Universitas Muhammadiyah.
- Putra, B. 2012. Penerapan Metode Six Sigma Untuk Menurunkan Kecatatan Peoduk Frypan di CV. Corning Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Rawabdeh, I. 2005. A Model For Assessment of *Waste* in Job Shop Enviroments, *International Journals of Operation and Production Management*, Volume 25, Hal 800-8022.
- Rochman, M. 2014. Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan WRM, WAQ dan Valsat Untuk Mengurangi *Waste* in The Finishing process (Case Study at PT. Temprina Media Grafika Nganjuk), Universitas Brawijaya.