

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

Andi Rahayu Putri†

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Soedirman Km.3 Cilegon, Banten 42435
Email: andiraputri24@gmail.com

Lely Herlina, Putro Ferro Ferdinant

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Soedirman Km.3 Cilegon, Banten 42435
Email: lely@untirta.ac.id, putro.ferro@ft-untirta.ac.id

Abstract. 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. 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 5W1H, 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.

Keywords: identifikasi *waste*, waste assessment model, six sigma, fault tree analysis (FTA), 5W1H.

1. 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 ditingkatkan 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*

† :Corresponding Author

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.

2. 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 kuisioner untuk *waste relationship matrix* yang terdiri dari 6 pertanyaan untuk masing-masing relasi dan jumlah relasi antar *waste* berjumlah 31 relasi, kemudian kuisioner untuk *waste assessment questionnaire* berupa 68 pertanyaan yang harus dijawab dengan bobot 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.

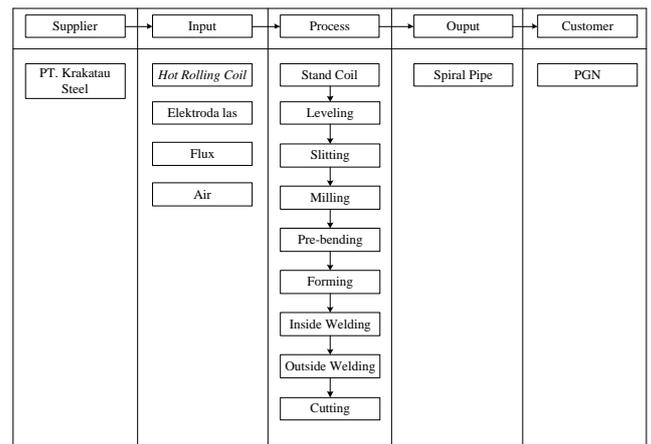
Tahap *measure* merupakan tahap yang selanjutnya berupa perhitungan dari hasil identifikasi. Data yang dikumpulkan adalah data CTQ, data produksi WO 4-0060. Dan dari data ini dibuat hitungan nilai DPMO dan dibuat VALSAT sesuai dengan hasil dari identifikasi awal.

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.

3. 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

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 Kuisioner 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 kuisioner *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

Tabel 3: 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 didapatkan dari pembagian nilai pada Tabel 3 dengan jumlah pertanyaan (Ni), menghitung serta menghitung nilai frekuensi (Fj) yang merupakan bobot yang bukan nol. dan menghitung nilai *score waste* (Sj).

Tabel 4: 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

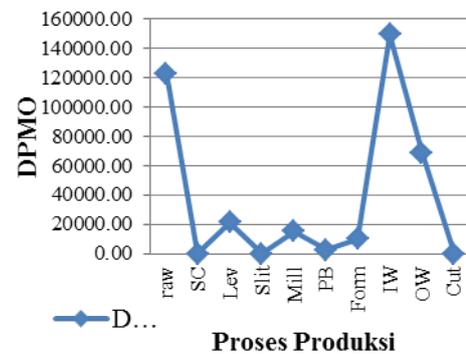
Pada tahap *Measure* dilakukan perhitungan DPMO berdasarkan data produksi dan data CTQ, kemudian membuat VALSAT berupa *quality filter mapping*. Dari perhitungan nilai DPMO pada Tabel 5 dibuat *quality filter mapping* sesuai dengan urutan proses pada Gambar 2. Dari gambar diatas, dapat kita lihat bahwa 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.

Tabel 5: 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

Quality Filter Mapping



Gambar 2: Quality Filter Mapping

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*. Dari Pareto chart 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 6. 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).

Tabel 6: *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

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 *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.

Pada tahap *Improve* diusulkan beberapa perbaikan dari akar permasalahan defefect yang telah di deskripsikan pada tahap *analyze*. Pada tahap ini *tools* yang digunakan adalah 5W1H.

4. KESIMPULAN

Persentase dari masing-masing *waste* pada produksi pipa gas spirral 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 bayak 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 pengantian 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.

REFERENCES

- 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.