

Minimalisir Waste dalam Upaya Pengurangan Waktu Proses Produksi PT X

Bobby Setiawan¹, I Gede Agus Widyadana²,

Abstract: PT X produce heat exchanger where one of their line production is CU Condensor line which produce condensor. Problem faced is, production process takes longer than estimate cycle time. Suspected wastes that cause production process run slower. Therefore, Waste Assesment Model (WAM) is built to know what critical waste is and find that waste defect that need more attention to solve. Further, it is strived to reduce waste defect by using Root Cause Analysis to reduce waste defect. Analysis result show that the biggest defect is painting problem, and 81.3% of them are sagging, peel off, and unpainted part. Three kind of defective are searched for root cause use cause & effect diagram. Each root cause are solved with solution in hope to reduce defect until 36.74%. The reduction of defect percentage can reduce repair time and indirectly reduce the production process time of the condenser unit.

Keywords: waste assesment model, root cause analysis, reduction waste, defect control..

Pendahuluan

PT X merupakan perusahaan multinasional yang bergerak di bidang *heat exchanger*. PT X. melakukan produksi *heat exchanger* secara make to order. PT X. dapat memproduksi unit heat exchange berdasarkan ukuran, bahan, dan spesifikasi yang pelanggan minta. PT X memiliki departemen *Industrial engineering* (IE) yang tugasnya adalah melakukan *improvement* dan efisiensi dalam proses produksi. Departemen IE sendiri telah membuat *cycle time* dari tiap proses produksinya, namun dari beberapa data waktu tersebut, proses aktualnya berjalan lebih lama dari *cycle time* yang telah dihitung oleh departemen IE.

PT. X menemukan bahwa di *line cu condensor* waktu produksi aktual lebih lama 92.21% dari *cycle time* . Data tersebut didapat dari dokumen PER report. *Cycle time estimate* adalah sebuah *estimate* yang digunakan untuk menentukan sebuah proses. PT X menggunakan *estimate cycle time* karena varian produk yang diproduksi sangat banyak dan proses yang dilalui tidak sama persis tergantung dari dari varian produk sehingga diperlukan *estimate* untuk menentukan waktu proses tiap produknya. PT X ingin mencari tahu mengapa proses produksi berjalan hampir dua kali lebih lama dari yang

direncanakan. PT X ingin melakukan analisa efisiensi waktu proses pada CU Condensor dengan menggunakan *tool waste assesment model* (WAM) dan *root cause analysis*. *Tool Waste assesment model* adalah *tool* yang digunakan untuk mencari *waste* apa yang cukup kritis dan mencari hubungan antar *waste* satu dengan *waste* yang lain. *Waste* yang paling kritis kemudian dilakukan pencarian solusi dengan menggunakan *tool root cause analysis*. *Tool root cause analysis* adalah *tool* yang digunakan mencari akar masalah dari *waste* yang ada sehingga *waste* dapat menghilang atau berkurang dan menghindari kejadian serupa di kemudian hari. (Vorley[1]) Kedua *tools* tersebut diharapkan mampu mengurasi *waste* yang terjadi di *line cu condensor* sehingga proses produksi menjadi lebih efisien.

Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas metode-metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu *Waste Assesment Model* (WAM) dan *Root Cause Analysis* (RCA).

Waste Assesment Model (WAM)

Waste assesment model merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk penyederhanaan *waste* dan mencari *waste* mana yang diprioritaskan untuk ditangani. WAM juga dapat mengetahui hubungan antar *waste*. Membuat WAM diperlukan 3 tahapan sebagai berikut :

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: bobby.6.9a.st@gmail.com, gede@petra.ac.id

Seven Waste Relationship

Tahap ini adalah melakukan brainstorming terhadap hubungan antar *seven waste*. Hubungan dari *seven waste* yang ada kemudian dibuat pertanyaan dimana setiap pertanyaan memiliki jawaban dengan bobot yang berbeda. Contoh pertanyaan dan bobot jawaban ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh pertanyaan dan bobot jawaban tahap *seven waste relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> menghasilkan <i>j</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	=4 =2 =0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> naik b. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	=2 =1 =0
3	Dampak terhadap <i>j</i> karena <i>i</i>	a. Tampak secara langsung & jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	=4 =2 =0
4	Menghilangkan dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	=2 =1 =0
5	Dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktifitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktifitas, dan <i>lead time</i>	=1 =1 =1 =2 =2 =2 =4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	=4 =2 =0

Waste Relationship Matrix

Jawaban yang terkumpul kemudian dibuat tabel matriksnya. Total skor pada tiap hubungan antara *waste i* dengan *waste j* akan dikonversi menjadi symbol A (17-20), E(13-16), I(9-12), O(5-8), U(1-4), dan X(0). Matriks yang sudah jadi kemudian dibuat presentase untuk mengetahui *waste* mana yang paling membuat pemborosan proses. Contoh *Waste relationship Matrix* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh *waste relationship matrix*

F/T	T	I	M	W	O1	O2	D
T	A	E	E	E	X	I	I
I	E	A	E	X	X	O	I
M	X	E	A	I	O	X	E
W	X	E	X	A	X	I	I
O1	X	U	I	I	A	U	O
O2	O	O	O	I	X	A	O
D	E	E	E	E	X	O	A

Nilai yang ada di *Waste relationship Matrix* digunakan sebagai penilaian awal WAQ. WAQ memiliki enampuluh delapan pertanyaan yang sebagian besar terdiri dari pertanyaan From & to. From merupakan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. To merupakan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan berisi 3 jawaban, yaitu ya (skor 1), sedang (0.5), dan tidak (0). Ranking akhir *waste* kemudian diproses oleh sebuah algoritma yang terdiri dari delapan langkah untuk menilai dan meranking *waste*. Delapan langkah tersebut adalah: (Khannan dan Haryono [2])

- Mengelompokkan jumlah pertanyaan dari kuesioner “From” dan “to” untuk tiap jenis *waste*.
- Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan WRM (*Waste relationship Matrix*).
- Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (*Ni*).
- Melakukan penilaian tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol.

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{jk}}{N_i} \tag{1}$$

- Mengalikan tiap bobot nilai di tabel dengan nilai dari hasil kuesioner (1, 0.5, atau 0).
- Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi (*Fj*) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Dengan persamaan:

$$S_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{jk}}{N_i} \tag{2}$$

Dimana, *Sj* merupakan total nilai bobot *waste*, *Xk* adalah nilai dari jawaban tiap kuesioner.

- Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (*Yj*).

$$Y_j = \frac{S_j}{F_j} \times \frac{f_j}{F_j} \tag{3}$$

- Menghitung nilai *final waste factor* (*Yj final*) dengan mengalikan probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (*Pj*) berdasarkan total “From” dan “to” pada WRM.

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j \tag{4}$$

Root cause analysis

Root cause analysis merupakan sebuah alat yang digunakan yang digunakan mencari akar masalah dari *waste* yang ada sehingga *waste* dapat menghilang atau berkurang dan menghindari kejadian serupa di kemudian hari. (Vorley[1]). Banyak pihak sering menyelesaikan permasalahan yang ada dengan menggunakan solusi jangka pendek, dimana hal tersebut tidak akan meningkatkan profit perusahaan. Untuk

meningkatkan efisiensi dan profit, harus melihat hingga ke akar masalah dengan cara melakukan observasi terhadap permasalahan atau gejala-gejala yang dapat menyebabkan permasalahan. *Root cause analysis* juga memuat langkah preventif agar permasalahan tersebut tidak terulang di kemudian hari. *Root cause analysis* sendiri memiliki enam tahapan yang harus dilakukan. Keenam tahapan tersebut dijabarkan sebagai berikut: (Okes[3])

- Identifikasi masalah
- Memahami proses
- Identifikasi penyebab
- Pengumpulan data
- Analisis data
- Identifikasi solusi yang mungkin

Hasil dan Pembahasan

PT X ingin melakukan analisa mengapa proses produksi CU Condensor berjamal lebih lama dari yang direncanakan. PT X melakukan *waste assesment model* untuk mencari tahu *waste* kritis yang terjadi di line produksi dan mengurangi *waste* tersebut dengan menggunakan *root cause analysis*.

Waste Assesment Model

WAM (*Waste Assessment Model*) merupakan sebuah model yang dikembangkan Rawabdeh[4]. Model ini sangat cocok digunakan dalam jenis produksi *job shop*, dimana varian produk yang dihasilkan sangat banyak. *Waste assesment model* dilakukan dengan membagikan 2 jenis kuesioner, *Waste Relationship Questionnaire* dan *Waste Assesment Questionnaire* kepada 5 responden, yaitu 1 orang *process engineer*, 1 *Sub Department Head*, dan 3 *Shift Leader* dari *line cu condensor*. Lima responden tersebut dipilih karena dirasa mengerti konsep *waste* dan *seven waste relationship* serta mengerti bagaimana kondisi aktual di lapangan

Waste Relationship Matrix

Kuesioner WRQ bertujuan untuk membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang akan digunakan sebagai bobot *waste* dalam pengolahan WAQ. Jawaban dari lima responden akan dirata-rata kemudian diberi konversi rentang skor dalam bentuk huruf, Dimana 17-20 kategori A, 13-16 kategori E, 9-12 kategori I, 5-8 kategori O, 1-4 kategori U, dan 0 kategori X. Huruf-huruf yang ada pada WRM kemudian disederhanakan dengan diganti angka acuan, dimana A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, X=0 menjadi *Waste Matrix Value* (WMV). WMV bertujuan agar hasil WRM dapat dimasukkan kedalam perhitungan WAQ

Waste Assessment Questionnaire

Kuesioner WAQ digunakan sebagai dasar pengolahan WAQ. Kuesioner WAQ memiliki 68 pertanyaan dan dibagikan ke 1 staf *process engineer*, 1 *subdepartment head*, dan 3 orang *shift leader*. WAQ memiliki delapan tahap yang harus dijalankan untuk mengetahui *waste* mana yang paling kritis. Tahapan-tahapan tersebut adalah:

a. Tahap Kesatu

Enampuluh delapan pertanyaan yang terdapat pada kuesioner WAQ memiliki jenis pertanyaan (*i*). Tiap jenis pertanyaan yang ada dikelompokkan dan dihitung untuk mengetahui frekuensi berapa kali jenis pertanyaan (*N_i*) tersebut muncul dalam 68 pertanyaan.

b. Tahap Kedua

Tahap kedua adalah memberi bobot *waste* setiap pertanyaan. Bobot setiap pertanyaan diberikan berdasarkan jenis pertanyaan (*i*) dan hubungan antar *seven waste* dari WRM. Nilai yang terdapat pada WRM akan dijadikan bobot sesuai hubungan antar *seven waste* dari jenis pertanyaan. Pehitungan tahap 2 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Bobot awal pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM

No	Aspek pertanyaan	Jenis pertanyaan	Bobot awal untuk tiap jenis waste							
			T	I	M	W	O1	O2	D	
1	Kategori Man	To Motion	8	8	10	0	6	4	8	
2		From Motion	0	8	10	6	4	0	8	
3		From Defect	8	8	8	8	0	4	10	
4		From Motion	0	8	10	6	4	0	8	
5		From Motion	0	8	10	6	4	0	8	
6		From Defect	8	8	8	8	0	4	10	
7		From Overprocess	0	2	6	6	10	2	4	
.....										
67	Kategori	From Overprocess	0	2	6	6	10	2	4	
68	Method	From Defect	8	8	8	8	0	4	10	
Total Skor			330	454	450	380	210	272	490	

c. Tahap Ketiga dan Keempat

Tahap ketiga adalah menghilangkan efek variasi jumlah pertanyaan dan tahap keempat adalah menghitung total skor (*S_j*) dan total frekuensi tiap *waste*. Cara untuk menghilangkan efek variasi adalah dengan membagi bobot tiap *waste* pada setiap pertanyaan dengan jumlah pertanyaan yang telah dikelompokkan (*N_i*) pada tahap kesatu. Total skor tiap *waste* dihitung dan

frekuensi angka yang muncul pada 68 pertanyaan setiap waste juga dihitung dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Perhitungan tahap 3 dan 4 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tahap ketiga dan keempat

No	Aspek pertanyaan	Jenis pertanyaan	Jumlah Pertanyaan (Ni)	Bobot awal untuk tiap jenis waste						
				T	I	M	W	O1	O2	D
1	Kategori Man	To Motion	9	0.89	0.89	1.11	0	0.67	0.44	0.89
2		From Motion	11	0	0.73	0.91	0.55	0.36	0	0.73
3		From Defect s	8	1	1	1	1	0	0.5	1.25
4		From Motion	11	0	0.73	0.91	0.55	0.36	0	0.73
5		From Motion	11	0	0.73	0.91	0.55	0.36	0	0.73
6		From Defect s	8	1	1	1	1	0	0.5	1.25
7		From Overprocess	7	0	0.29	0.86	0.86	1.43	0.29	0.57
67	Kategori	From Overprocess	7	0	0.29	0.86	0.86	1.43	0.29	0.57
68	Method	From Defect s	8	1	1	1	1	0	0.5	1.25
Total Skor (Sj)				62	70	67.1	60.4	29.6	50.6	77.82
Total Frekuensi (Fj)				42	63	56	50	35	58	68

d. Tahap Kelima dan Keenam

Tahap kelima adalah memasukkan hasil kuesioner kedalam tabel perhitungan dengan cara mengkalikan hasil kuesioner dengan bobot waste yang sudah dibagi Ni (Tahap tiga). Tahap keenam adalah menghitung sekali lagi total skor (sj) dan total frekuensi tiap bobot yang sudah dikalikan dengan hasil kuesioner dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Perhitungan tahap kelima dan keenam dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Tahap kelima dan keenam.

No	Aspek pertanyaan	Jenis pertanyaan	Hasil Kuesioner	Bobot awal untuk tiap jenis waste						
				T	I	M	W	O1	O2	D
1	Kategori Man	To Motion	0.67	0.59	0.59	0.74	0	0.44	0.3	0.59
2		From Motion	0.17	0	0.12	0.15	0.09	0.06	0	0.12
3		From Defect s	0	0	0	0	0	0	0	0
4		From Motion	0.33	0	0.24	0.3	0.18	0.12	0	0.24
5		From Motion	0	0	0	0	0	0	0	0
6		From Defect s	0	0	0	0	0	0	0	0
7		From Overprocess	0.17	0	0.05	0.14	0.14	0.24	0.05	0.1
67	Kategori	From Overprocess	0.5	0	0.14	0.43	0.43	0.71	0.14	0.29
68	Method	From Defect s	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0	0.17	0.42
Total Skor (sj)				22.9	25.1	26.9	24.6	11.7	21.8	28.8
Total Frekuensi (fj)				33	50	46	43	29	48	55

e. Tahap Ketujuh

Tahap ketujuh adalah menghitung indikator awal untuk tiap waste. Nilai total skor (Sj) dan total frekuensi (Fj) didapatkan dari tahap keempat WAM. Nilai total skor (sj) dan total frekuensi (fj) didapatkan dari tahap keenam WAM.

f. Tahap Kedelapan

Tahapan terakhir adalah hasil akhir (Yj Final) dengan cara mengalikan Yj dengan Pj Faktor. Cara untuk mencari Pj faktor adalah dengan mengkalikan nilai presentase antara waste From dengan waste to pada Waste Relationship Matrix (WRM). Hasil akhir kemudian dibuat presentase tiap waste dari total waste yang ada, kemudian dibuat peringkat waste berdasarkan urutan presentase terbesar ke terkecil. Hasil perhitungan WAM menunjukkan bahwa urutan waste terbesar ke terkecil yang terdapat pada line cu condensort PT X secara berturut-turut adalah; Defect, Motion, Inventory, Waiting, Transportation, Overproduction, dan terakhir Overprocess. Waste Defect mendapat poin terbesar di antara waste lain sehingga dapat dikatakan waste yang paling kritis di line cu condensor adalah waste defect. Perhitungan tahap 8 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Tahap kedelapan.

	T	I	M	W	O1	O2	D
Skor (Yj)	0.29	0.28	0.33	0.35	0.33	0.36	0.3
Pj Faktor	210.6	263.67	241.7	201.42	64.09	156.25	308.8
Hasil Akhir (Yj Final)	61.18	75.11	79.62	70.5	20.98	55.83	92.57
Hasil Akhir (%)	13.42	16.48	17.47	15.47	4.6	12.25	20.31
Peringkat Waste	5	3	2	4	7	6	1

Root cause analysis

Masalah waste terbesar yang dialami selama proses produksi CU Condensor adalah Defects (kecacatan). Kecacatan adalah kesalahan atau ketidakcocokan dari produk atau jasa yang tidak dapat diterima oleh pelanggan. (Webber and Wallace [5]). Kecacatan dapat dihilangkan dengan cara mengganti bagian yang cacat atau memperbaiki bagian yang cacat

Identifikasi Masalah

PT X telah memiliki Quality card untuk meminimalisir terjadinya kecacatan. Quality card tersebut berisikan jenis-jenis kecacatan dan panduan bagi operator agar kecacatan tidak terjadi. Kecacatan dapat membuat proses berjalan lebih lama karena setiap kecacatan yang ada di line cu condensor PT X dapat di repair. Proses repair dapat memakan waktu yang lama tergantung dari seberapa parah kecacatan yang terjadi. PT X memiliki petugas QC yang akan menginspeksi setiap unit yang telah memasuki proses di final assembly. Temuan-temuan kecacatan yang ada akan diperbaiki dan dilaporkan ke departemen QM sebagai arsip.

Berdasarkan arsip departemen QM, ditemukan bahwa kecacatan terbesar unit condensor adalah masalah *painting*. *Painting* menyumbang sebesar 45.2 % dari total kecacatan di CU Condensor. Temuan-temuan yang ditemukan QC selalu difoto dan didokumentasikan ke dalam QM *Daily Finding*. Hasil *Daily Finding painting* kemudian di buat *Pareto Chart* untuk mengetahui jenis cacat dominan yang terjadi pada *painting*. Hasil *Pareto Chart* menunjukkan bahwa 81% kecacatan dihasilkan oleh 3 jenis kecacatan, yaitu *painting* tidak rata (*sagging*), Cat terkelupas, dan terdapat bagian yang tidak tercat. Tiga jenis kecacatan tersebut akan menjadi *concern* permasalahan.

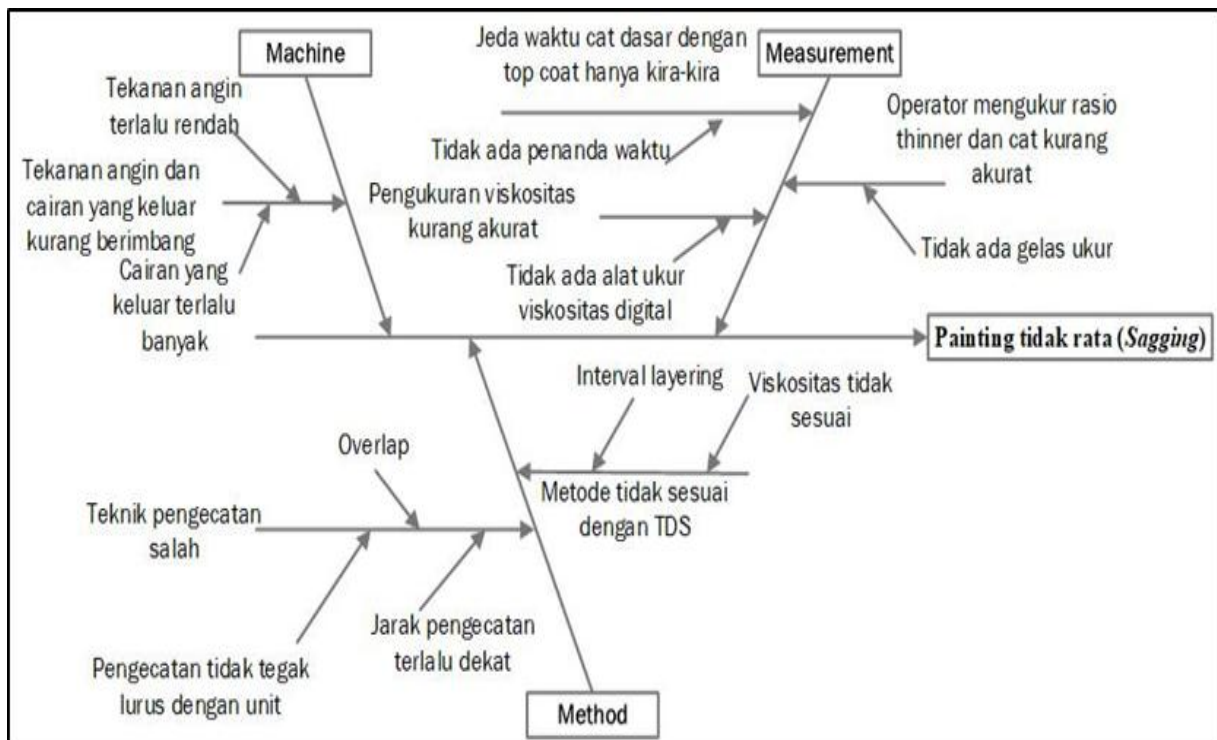
Memahami Proses

Terdapat dua jenis proses pengecatan di PT X, yaitu *powder coating* dan *wet paint*. Proses pengecatan *powder coating* dilakukan dengan membersihkan *part* menggunakan tiner, lalu dilakukan proses sander, yaitu menggosok *part* agar menjadi kasar. *Part* kemudian dilakukan proses preparation dengan dimasukkan kedalam 3 *chamber*, yaitu *chamber degreasing*, *posphating*, dan *rinsing 1 & 2*, kemudian *chamber rinsing 3*, dan terakhir *chamber passivating*. *Part* kemudian dikeringkan di oven dan selanjutnya dimasukkan ke dalam *chamber powder coating* untuk dicat. *Part* yang selesai dicat kemudian dikeringkan kembali kedalam oven. Proses pengecatan secara *wet paint* dilakukan di *line cu condensor*.

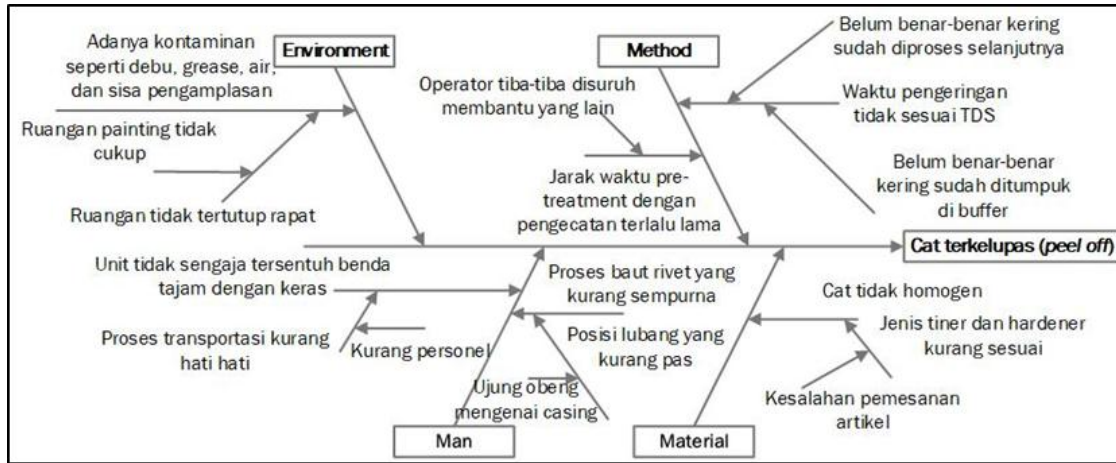
Unit yang siap *painting* dimasukkan ke dalam *chamber painting*. Bagian *Header* kemudian dilakukan proses *pre-treatment*. Proses *pre-treatment* adalah menggosok *Header* dengan amplas dan membersihkan *Header* dengan menggunakan tiner. Proses pengecatan dilakukan 2 kali. Proses pertama adalah pengecatan cat dasar. Cat dasar berfungsi sebagai penguat cat utama agar cat utama dapat menempel dengan kuat di logam yang diwarnai. Cat dasar juga berfungsi untuk memperkuat warna yang dihasilkan cat utama. Proses kedua adalah proses pengecatan cat utama (*top coat*). Cat utama berfungsi untuk melindungi unit dari karat dan kondisi ekstrim dan memperindah warna unit.

Identifikasi Penyebab

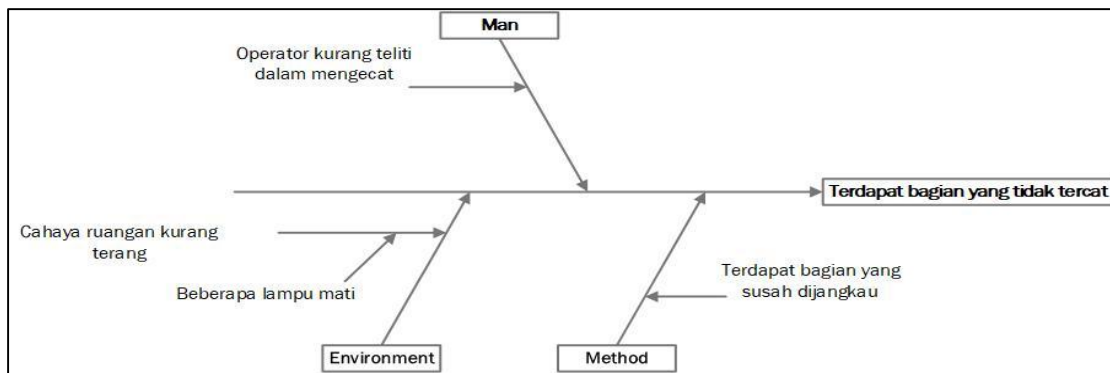
Tiga jenis kecacatan terbesar yang terdapat dalam pareto selanjutnya dicari akar penyebab menggunakan *tool Cause & effect diagram*. Pembuatan *Cause & effect diagram* dilakukan dengan *brainstorming* bersama staf *process engineer* bagian *chemical* PT X yang bertanggung jawab terhadap proses *painting* dan senior operator *painting*. *Cause & effect diagram* juga dibuat berdasarkan laporan PT X mengenai masalah *painting* yang sudah ada sebelumnya. Tiga jenis kecacatan akan dibuat masing-masing *Cause & effect diagram*. *Cause & effect sagging*, *peel off*, dan tidak tercat secara berturut-turut terdapat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Cause & effect diagram painting tidak rata (*sagging*)



Gambar 2. Cause & effect diagram cat terkelupas (peel off)



Gambar 3. Cause & effect diagram tidak tercat

Pengumpulan Data

Data yang terkandung dalam *cause & effect* tiga jenis kecacatan didapat bukan hanya berdasarkan *brainstorming* dengan staf *process engineer* bagian *chemical* dan senior operator produksi, namun juga berdasarkan laporan permasalahan *painting* yang sebelumnya telah dilakukan di PT.X. Staf *process engineer* telah membuat empat laporan mengenai kecacatan wet, yaitu: *Process Analysis Report - Defect dominan painting* ; *Process Analysis Report - Defect Peel Off* ; *Resume defect painting* ; dan *Resume Finding Process Painting*. Laporan tersebut terdapat penyebab masalah dan rekomendasi *action plan* yang dapat dilakukan.

Analisa Data

Data hasil dari *brainstorming* dan dari *resume* laporan permasalahan *painting* tidak serta-merta dimasukkan ke dalam *Cause & effect diagram*, namun di cek di sumber-sumber yang ada di internet. Sumber seperti materi perkuliahan teknik pengecatan teknik otomotif Universitas Negeri Yogyakarta ; tips & trick mengecat logam oleh cat merk edupaint, dan buku pengecatan Auto Paint from Prep to Final Coat .

Sumber-sumber tersebut berisi informasi mengenai cara mengecat yang baik dan penyebab terjadinya masalah pada saat pengecatan terutama pengecatan pada logam. Informasi yang didapat dari hasil wawancara staf *process engineer* bagian *chemical* dan laporan cacat *painting* PT X dicocokkan dengan sumber-sumber tersebut baru dimasukkan ke *cause & effect diagram*

Identifikasi Solusi yang mungkin

Akar masalah dari tiga jenis kecacatan (*sagging*, *peel off*, dan tidak tercat) yang menyebabkan terjadinya kecacatan *painting* telah dibahas pada subbab sebelumnya. Setiap akar masalah yang terdapat dalam 3 *fishbone* (Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3) tersebut dipikirkan rekomendasi solusi agar permasalahan *painting* tidak terulang di kemudian hari. Usulan-usulan yang ada merupakan hasil dari *brainstorming* dengan PT X. Usulan-Usulan tersebut ada yang bersifat mengganti alat, ada pula yang bersifat mengganti metode yang benar. Semua usulan perbaikan yang ada kemudian di buatkan *work instruction* yang baru agar operator dapat mengerti *improvement* yang dilakukan. Hasil rekomendasi solusi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Solusi dari akar masalah penyebab

Jenis Kecacatan	Faktor Penyebab	Akar masalah	Usulan
Painting tidak rata (<i>sagging</i>)	<i>Method</i>	Metode tidak sesuai dengan TDS	Top Manajemen berkomitmen untuk
		Teknik pengecatan salah	Ruangan <i>painting</i> diberi poster panduan dan <i>spray gun</i> diberi <i>waterpass</i>
	<i>Measurement</i>	Jeda waktu cat dasar dengan <i>top</i>	Diberi <i>timer</i> di <i>chamber painting</i>
		Operator mengukur rasio cat dan <i>tinier</i> kurang akurat	Menggunakan gelas ukur khusus cat
<i>Machine</i>	Alat ukur viskositas tidak ada	Menggunakan alat ukur viskositas digital	
Cat terkelupas (<i>peel off</i>)	<i>Method</i>	Tekanan angin dan cairan yang keluar tidak berimbang	Melakukan penyetelan alat dengan benar sebelum digunakan dan memberi SOP
		Waktu pengeringan tidak sesuai dengan TDS	Diberi ruangan <i>infrared</i> dan menggunakan <i>hairdryer</i>
	<i>Environment</i>	Jarak waktu <i>pre-treatment</i> dengan pengecatan terlalu lama	Jika terlalu lama disarankan untuk melakukan <i>pre-treatment</i> ulang
	<i>Man</i>	Adanya kontaminan seperti debu, <i>grease</i> , air, dan sisa pengamplasan	Menggunakan tirai plastik PVC di pintu <i>chamber</i>
		Proses baut rivet yang kurang sempurna	Operator diberi training
	<i>Material</i>	Unit tidak sengaja tersentuh benda tajam dengan keras	Unit yang sudah melewati <i>coil assembly</i> di beri <i>plastik wrap</i>
Terdapat bagian yang tidak tercat	<i>Method</i>	Tiner, <i>hardener</i> , dan cat dasar yang tidak homogen	Artikel <i>painting</i> dijadikan satu paket kembali.
	<i>Man</i>	Terdapat bagian yang susah dijangkau	Operator diberi training
	<i>Environment</i>	Operator kurang teliti dalam mengecat	
		Cahaya ruangan kurang terang	Lampu yang rusak diganti dan diberi lampu tambahan

Secara umum, PT X harus mematuhi TDS (*Technical Data Sheet*) cat agar hasil kualitas cat menjadi maksimal. Hal-hal yang diatur dalam TDS seperti rasio pencampuran, waktu pengeringan, dan metode pengecatan harus benar-benar diterapkan dalam proses pengecatan baik itu *powder coating* maupun *wet painting*. PT X dapat memberi poster panduan cara mengecat yang baik di *chamber* agar operator memahami metode yang benar dalam mengecat. Waktu pengeringan dapat dipercepat dengan menggunakan ruangan *infrared* atau menggunakan *hairdryer* sehingga cat dapat melekat dengan sempurna.

Faktor *measurement*, PT X dapat menggunakan alat ukur yang tepat agar rasio pencampuran sesuai dengan yang dianjurkan TDS. Alat ukur tersebut berupa *paint mixing cup*, *timer* dapur, dan alat ukur viskositas digital. Faktor *man*, unit dapat dilapisi dengan *plastik wrap* agar ketika tersentuh unit tidak tergores.

Faktor *environment*, *chamber painting* diberi tirai plastik PVC agar debu dari luar tidak masuk ke dalam. Lampu-lampu yang rusak dapat diganti dengan yang baru agar operator lebih teliti dalam mengecat

Simpulan

PT X memiliki *cycle time* estimasi yang digunakan untuk merencanakan produksi, namun selama ini waktu produksi aktual dari *line CU Condensor* lebih lambat dari *cycle time* estimasinya. PT X ingin menyelidiki faktor apa yang membuat proses produksi berjalan lebih lama dari yang direncanakan. PT X menduga terjadi banyak *waste* dalam proses produksi sehingga proses berjalan lebih lama dari yang direncanakan. PT X menggunakan metode *Waste Assesment Model (WAM)* untuk mengetahui *waste* mana yang menjadi prioritas untuk ditangani. WAM dirancang berdasarkan dua jenis kuesioner yang dibagikan ke lima responden karyawan PT X.

Langkah pertama adalah membuat *waste relationship matrix* berdasarkan hasil kuesioner *waste relationship questionnaire*. Langkah kedua adalah menjalankan algoritma *waste assessment questionnaire* melalui delapan tahap yang ada. WRM digunakan sebagai bobot *waste* dalam melakukan WAQ. WAM yang diolah menghasilkan *waste defect* dengan poin terbesarnya. Hasil WAM menyatakan bahwa *waste defect*-lah yang menjadi prioritas untuk diperbaiki.

PTX menggunakan metode *root cause analysis* untuk mencari solusi bagaimana mengurangi *waste defect*. Tahap pertama, identifikasi masalah, didapati bahwa *waste* terbesar kondensor adalah kecacatan pada *painting* dimana prosentase kecacatan mencapai 45.2%. Jenis-jenis kecacatan pada *painting* dibagi menjadi 17 jenis, dan 3 jenis (*sagging*, *peel off*, dan bagian yang tidak tercat) menyumbang 81.3% dari total kecacatan *painting*.

Sagging adalah kondisi cat yang tidak rata, yaitu terjadi tetesan cat yang telah mengering. *Peel off* adalah kondisi cat yang mengelupas. Tiga jenis cacat *painting* kemudian dianalisa akar penyebabnya menggunakan metode *brainstorming* dan *tool Cause & effect diagram*. Data *brainstorming* didapat dari wawancara dengan staf *process engineer* bagian chemical dan operator senior bagian *painting*. Pembuatan *Cause & effect diagram* dibuat berdasarkan hasil wawancara tersebut dan laporan analisa kecacatan *painting*. Akar penyebab kemudian dicarikan usulan solusi perbaikan.

Usulan solusi yang dibuat kemudian dimasukkan ke dalam *work instruction* yang ada agar operator memahami *improvement* yang telah dilakukan PT X. Usulan solusi perbaikan yang ada diharapkan mampu mengurangi *defect painting* sebesar 81.3% dan *defect* terhadap unit kondensor dapat berkurang 36.74%. Berkurangnya jumlah *defect* kondensor diharapkan mampu mengurangi waktu produksi unit kondensor karena operator dapat mengurangi waktu repair yang membuat proses berjalan lebih lama dari yang direncanakan.

Daftar Pustaka

1. Vorley, G., *Mini Guide to Root Cause Analysis*, Quality Management & Training Ltd, United Kingdom, 2008.
2. Khanan, M., and Haryono., Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi, *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), pp. 47-54.
3. Okes, D., *Root Cause Analysis: The Core of Problem Solving and Corrective Action*, ASQ Quality Press, Wisconsin
4. Rawabdeh, I., A model for the Assesment of Waste in Job Shop Environments, *International Journal of Operatrion & Production Management*, 25(8), 2005, pp. 800-822.
5. Webber, L., and Wallace, M., *Quality Control For Dummies*, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, 2007.