

PENGURANGAN PEMBOROSAN PADA PROSES PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN WRM, WAQ DAN VALSAT PADA SISTEM LEAN MANUFAKTUR

(Studi Kasus Pada Produksi Setrika Lisrik)

Suharjo^{*}, Susanto Sudiro^{}**

PT PHILIPS Industries Batam , Indonesia^{*})

Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia^{**})

Email: tantos651@gmail.com, susantosudiro@yahoo.co.id

Abstrak

Sebuah perusahaan multi nasional di pulau Batam yang memproduksi berbagai macam jenis setrika, beberapa proses produksinya masih menggunakan cara manual. Oleh karenanya masih banyak ditemukan pemborosan (waste). Proses pendinginan adalah salah satu proses yang masih banyak ditemukan waste. Untuk mengurangi waste itu dilakukan dengan penerapan konsep lean manufacturing. Salah satu tool yang digunakan adalah Value Stream Mapping (VSM) yang tujuannya adalah untuk menggambarkan aliran proses dari bahan baku sampai menjadi barang jadi. Dengan menggunakan Waste Relation Matrix (WRM) dan Waste Assessment Questionnaire (WAQ) dapat diketahui bahwa pemborosan (waste) yang terbesar adalah gerakan (Motion) berulang yang tidak perlu dan menunggu (waiting). Akar penyebab dari waste ini adalah oleh tata letak (lay out) stasiun kerja pendinginan yang terpisah pisah dan alur proses (process flow) yang tidak lurus. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan merancang bangun ulang proses pendinginan menjadi menyatu dan menambah alat bantu untuk handling produk.

Kata kunci : Waste, Lean Manufacturing, VSM, WRM, WAQ, VALSAT

Abstract

A Multi-National Company located in Batam producing many types of iron. Some of its process is still using traditional way. This traditional process causes a lot of wastes. Cooling process is one of the processes that generate the most wastes. In order to reduce the waste, we implemented lean manufacturing concept. One of tool is Value Stream Mapping (VSM). This tool is used to explain the whole process from raw material to finish goods. By using Waste Relation Matrix (WRM) and Waste Assessment Questionnaire (WAQ) the waste is found due to excessive Motion and to long Waiting. The root cause of this excessive motion and long waiting mainly is because the process is not integrated and not flowing forward. The improvement was done by redesigning this cooling process lay out to become integrated line and providing carrier jig for product handling.

Keyword: Waste, Lean Manufacturing, VSM, WRM, WAQ, VALSAT

1. Pendahuluan

1.1` Latar Belakang

Produk setrika jenis PSG sebelum dibungkus dan dikemas akan melalui proses pengujian 100 % terhadap fungsinya, artinya setiap produk akan diuji fungsi, kelengkapan aksesoris dan semua parameternya. Sebelum pengujian dilakukan setiap setrika akan diisi air pada tabungnya lalu dipanaskan. Dalam test ini dilakukan perlakuan sebagaimana dipakai untuk menyetrika pakaian. Setelah proses pengujian 100 % ini produk setrika ini tidak bisa langsung dibungkus dan dikemas karena masih dalam keadaan panas. Suhu setelah pengujian ini sekitar 190 sampai dengan 225 derajat celsius. Setrika yang panas itu didinginkan dengan cara diletakkan diatas rak berjeruji yang dapat mengalirkan

udara secara bebas. Di bawah rak diletakkan beberapa buah kipas angin untuk menembakkan udara dingin ke arah pelat dasar setrika (soleplate) yang panas. Setrika yang panas akan menjadi dingin setelah sekitar 12 menit pendinginan. Setrika yang dingin itu kemudian akan diambil dari rak lalu di bawa ke tanki pembuangan air (rinse tank) untuk dibuang air panasnya lalu dibawa ke meja pembungkusan untuk dikemas oleh operator. Semua proses itu dilakukan secara manual.

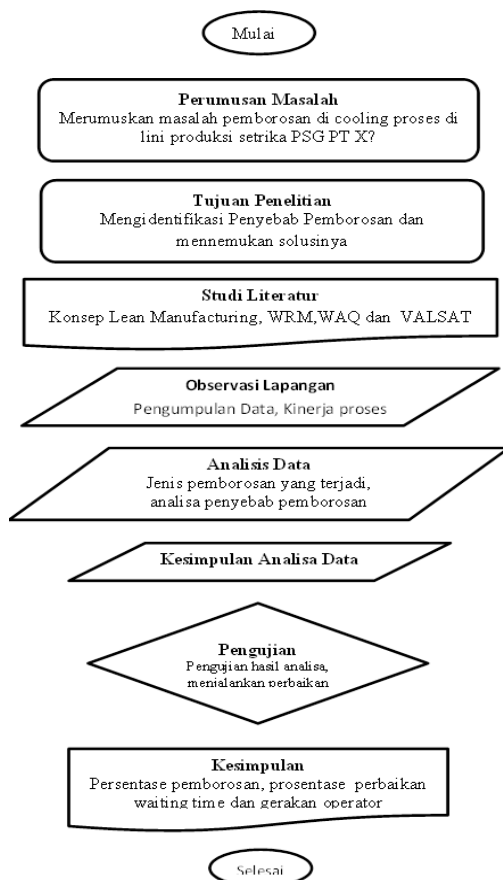
1.2 Tujuan dari penelitian

Dari permasalahan utama yang telah dirumuskan di atas maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan faktor yang menyebabkan terjadinya gerakan operator yang berulang ulang dan terjadinya waktu menunggu.
2. Menemukan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi gerakan operator yang berulang ulang dan waktu menunggu.
3. Mengetahui seberapa besarkah faktor faktor tersebut dapat dikurangi untuk meningkatkan produktivitas.

3. Metodologi Penelitian

Untuk dapat menggambarkan proses penelitian ini dengan lebih jelas diperlukan sistematika yang sesuai. Dalam penelitian ini di gunakan sistematika penelitian kuantitatif dimana penelitian kuantitatif adalah penelitian yang datanya berupa angka-angka (score, nilai) atau pernyataan-pernyataan yang diangkakan (di-score, dinilai), dan dianalisis dengan analisis statistik. Pernyataan pernyataan yang di konversi menjadi angka ini akan memudahkan dalam proses analisa dan pengambilan keputusan terutama dalam menentukan skala prioritas. Tahapan kegiatan dalam penelitian ini dijelaskan sebagaimana gambar berikut:



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini merupakan kegiatan penelitian didasarkan pada karakteristik keilmuan yaitu:

1. Rasional: penyelidikan ilmiah adalah sesuatu yang masuk akal dan terjangkau oleh penalaran manusia
2. Empiris: menggunakan cara-cara tertentu yang dapat diamati orang lain dengan menggunakan panca indera manusia.
3. Sistematis: menggunakan proses dengan langkah-langkah tertentu yang bersifat logis.

Dalam penelitian ini obyek yang akan diteliti adalah lini produksi setrika di PT. X Batam. Dari 6 proses utama yang ada, akan dicari penyebab yang memungkinkan terjadinya pemborosan tertinggi dan akan dilakukan perbaikan. Data dari gerakan operator dan waktu menunggu bulanan akan dijadikan data awal pada proses pendinginan. Gerakan yang tidak perlu dan waktu menunggu ini akan menjadi prioritas yang diutamakan untuk dilakukan perbaikan. Gambar berikut menunjukkan bentuk produk setrika yang menjadi obyek penelitian ini yaitu produk setrika jenis Uap Bertekanan (Pressurize Steam Generator, PSG).



Gambar 2 Setrika Listrik Jenis Uap Bertekanan

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Metode Waste Relationship Matrix (WRM) dan Waste Assessment Questionnaire (WAQ).

1. Membuat daftar pertanyaan untuk analisa WRM
2. Membuat tabel skor jawaban untuk semua pertanyaan.
3. Mengkonversikan semua skor jawaban menjadi simbol kekuatan hubungan ,A,I,U,E,O dan X.
4. Menghitung tingkat pengaruh masing masing jenis waste dengan waste jenis lainnya dengan nilai konversi A=10. E=8,I=6,O=4,U=2 dan X =0.
5. Membuat tabel WRM dengan mengkonversikan hasil perhitungan kedalam persentase (%) untuk mengetahui tingkat pengaruhnya.
6. Membuat grafik WRM
7. Tabel WRM kemudian digunakan untuk membuat tabel Waste Assessment Questionnaire (WAQ)
8. Menghitung final waste faktor Y_{jfinal} dengan menggunakan persamaan (2.4).

2. Landasan Teori

2.1 Konsep Lean Manufaktur

Dalam konsep Lean, waste merupakan pemborosan yang mungkin terjadi dalam aktifitas dan tidak menambah nilai produk, tapi malah menambah beban konsumsi sumber daya. Paling tidak terdapat tujuh macam pemborosan yaitu: (1) over production; (2) waiting time (delay); (3) excessive transportation; (4) inappropriate processing; (5) excessive inventory; (6) unnecessary motion dan (7) defect. Dengan menggunakan Waste Relationship Matrix (WRM), Waste Assesment Questionare (WAQ) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT), kondisi saat ini proses kerja yang ada di perusahaan dapat dipahami untuk kemudian dianalisa dan dicarikan solusi yang tepat apabila diperlukan.. Mengeliminasi maupun mengurangi pemborosan dianggap dapat meningkatkan efisiensi maupun produktifitas proses. Lebih jauh, identifikasi dan eliminasi waste secara sistematis dan terus-menerus pada keseluruhan aliran proses produksi akan membawa pada peningkatan efisiensi, perbaikan produktivitas proses dan penguatan daya saing perusahaan secara keseluruhan. Pada umumnya, perusahaan manufaktur yang melakukan upaya ini akan segera merasakan manfaat seperti: penurunan jumlah inventori (bahan baku, produk jadi serta WIP) serta peningkatan tingkat kualitas produk, biaya keseluruhan yang lebih rendah, serta meningkatnya kemampuan untuk memenuhi pesanan pelanggan. Meskipun demikian, upaya identifikasi dan eliminasi waste ini tidak selalu mudah. Terdapat beberapa jenis waste yang tersamar di dalam atau di antara berbagai proses dan aktifitas meskipun beberapa waste yang lain cukup mudah untuk dikenali dan diukur ataupun waste yang saling berkaitan. Oleh karena itu, upaya eliminasi suatu jenis waste tertentu tanpa pertimbangan yang matang kadang kala malah meningkatkan jenis waste yang lain.

Tujuh Macam Pemborosan Dalam Lean Manufaktur.

1. Produksi yang berlebihan (Over Production)

Adalah tidak tepat memproduksi jumlah barang yang tidak diperlukan oleh customer. Sama halnya dengan memproduksi lebih cepat dari yang customer inginkan. Memproduksi barang yang lebih banyak atau lebih cepat dari yang customer inginkan menaikkan resiko terhadap barang kedaluwarsa dan cacat produk. Produksi berlebihan juga akan mengakibatkan bertambahnya ruang penyimpanan yang diperlukan. Hal ini juga menyebabkan penumpukan stok bahan baku di lantai produksi dan gudang yang dapat menimbulkan kesalahan dalam komunikasi. Dalam konsep Lean Manufacturing, over production dikatakan sebagai “king of waste” karena produk yang tidak diperlukan customer ini telah menggunakan semua sumber daya yang

berlebihan dan menyebabkan munculnya pemborosan-pemborosan yang lain.

2. Produk cacat (Defect)

Proses produksi yang tidak sempurna menyebabkan terjadinya cacat produk. Produk yang cacat tidak mungkin bisa diterima oleh customer. Semua biaya yang sudah dikeluarkan untuk menghasilkan produk itu dari mulai pembelian bahan baku, biaya pemrosesan, penggunaan listrik, upah tenaga kerja dan transportasi akan terbuang percuma karena tidak laku di jual. Ketika terjadi cacat produk mungkin juga akan diperlukan proses perbaikan yang membutuhkan biaya dan bahan baku tambahan, kalau tidak produk akan dibuang. Terjadinya produk cacat juga akan menyebabkan kekurangan bahan baku, keterlambatan pengiriman dan memperpanjang lead time.

3. Stok bahan baku yang terlalu banyak (High Inventory).

Jumlah stok bahan baku yang terlalu banyak berakibat pada tingginya biaya pembelian barang, tingginya biaya penyimpanan, transportasi dan dapat pula menyebabkan cacat produk. Hal ini juga dapat menyebabkan tingginya lead time. Untuk menjalankan fungsi purchasing yang benar adalah penting untuk menghilangkan inventori yang terjadi karena kesalahan lead time.

4. Transportasi (Transportation)

Pemborosan (Waste) yang terjadi karena tata letak (layout) produksi yang buruk, pengorganisasian tempat kerja yang kurang baik sehingga memerlukan kegiatan pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya atau dari proses satu ke proses yang lainnya. Letak gudang yang jauh dari produksi adalah salah satu contoh pemborosan yang diakibatkan oleh transportasi. Mendekatkan letak gudang ke area produksi adalah salah satu cara untuk mengurangi pemborosan ini.

5. Gerakan (Motion)

Pemborosan (Waste) yang terjadi karena gerakan –gerakan (Motion) pekerja maupun mesin yang tidak perlu dan tidak memberikan nilai tambah terhadap produk tersebut. Contohnya peletakan komponen yang jauh dari jangkauan operator, sehingga memerlukan gerakan melangkah atau bergerak berulang ulang dari posisi kerjanya untuk mengambil komponen tersebut. Menempatkan komponen dalam jangkauan tangan operator adalah salah satu solusi untuk mengurangi pemborosan ini.

6. Menunggu (Waiting)

Saat seseorang atau mesin tidak melakukan pekerjaan, status tersebut disebut menunggu (Waiting). Menunggu bisa dikarenakan proses yang tidak seimbang sehingga ada pekerja maupun mesin

yang harus mengunggu untuk melakukan pekerjaannya atau bisa juga karena sebab lain misalnya kerusakan mesin, suplai komponen yang terlambat, hilangnya alat kerja ataupun menunggu keputusan atau informasi tertentu dari pihak lain.

7. Proses yang berlebihan (Over Processing)

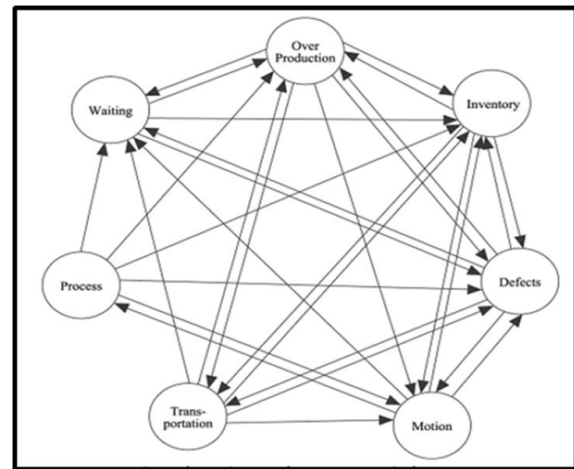
Tidak setiap proses bisa memberikan nilai tambah bagi produk yang di produksi maupun customer. Proses yang tidak memberikan nilai tambah ini merupakan pemborosan atau proses yang berlebihan. Contohnya: proses inspeksi yang berulang kali, proses persetujuan yang harus melewati banyak orang, proses pembersihan. Semua customer menginginkan produk yang berkualitas, tetapi yang terpenting adalah bukan proses inspeksi berulang kali yang diperlukan tetapi bagaimana menjamin kualitas produk pada saat pembuatannya tanpa harus melakukan pengecekan atau inspeksi. Yang harus kita lakukan adalah mencari akar penyebab (root cause) dari suatu permasalahan dan mengambil tindakan (counter measure) yang sesuai dengan akar penyebab tersebut.

2.2 Waste Relation Matrix (WRM)

Sebelum mendiskusikan WRM sebagai metode utama, perlu dibahas terlebih dahulu konsep dasar waste itu sendiri. Secara konseptual, waste adalah segala aktifitas dan kejadian di dalam aliran nilai (value stream) yang termasuk Non Value Added (NVA). Penggolongan ini mengacu pada kategorisasi aktivitas dalam sebuah perusahaan oleh Hines dan Taylor [14] yang mengelompokkan aktivitas dalam organisasi menjadi tiga (1) value Added [VA]; (2) Non Value Added [NVA]; dan (3) Necessary but Non Value Added [NNVA]. Aktivitas disebut VA jika ia memberikan nilai tambah bagi konsumen akhir, sedangkan jika tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen akhir maka aktivitas tersebut tergolong NVA.

Di antara dua kelompok tersebut terdapat kelompok (NNVA) terakhir yang tidak memberikan nilai tambah tetapi diperlukan misalkan material handling ataupun inspeksi. Menurut Gaspersz [15], kelompok NNVA, meskipun tidak harus segera, sebisa mungkin dikurangi atau dihilangkan sedangkan NVA harus segera diprioritaskan untuk dihilangkan. Adalah tidak mudah bagi sebuah industri manufaktur untuk benar benar menghilangkan NVA dan NNVA dalam proses produksinya. Namun demikian ada beberapa industri manufaktur kelas dunia yang mampu meminimalkan NVA dan NNVA dalam prosesnya.

Hubungan antar waste menurut Rawadeh seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Rawabdeh

Oleh Rawabdeh masing-masing jenis waste disingkat dengan huruf, (O: Over Producton, I: Inventory, D: Defect, M: Motion, P: Process, T: Transportation, W: Waiting), dan masing-masing hubungan ditandai dengan simbol garis bawah “_”. Keseluruhan hubungan mempengaruhi ini berjumlah 31 hubungan jenis waste i mempengaruhi jenis waste j (i_j). Untuk masing-masing hubungan, kemudian ditanyakan enam pertanyaan dengan panduan skoring yang dapat dilihat tabel berikut. Ke enam pertanyaan di atas akan diajukan untuk masing-masing hubungan antar waste sehingga total terdapat 186 pertanyaan (31 hubungan x 6 pertanyaan). Skor yang diperoleh dari enam pertanyaan untuk masing-masing hubungan antar waste kemudian ditotal untuk didapatkan nilai total tiap hubungan. Nilai total tersebut kemudian dikonversi menjadi simbol kekuatan hubungan (A,I,U,E,O, dan X)

Tabel 1 Daftar Pertanyaan Untuk Analisa WRM

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 engineering 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. Lead time d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan lead time f. Produktifitas dan lead time g. Kualitas, produktifitas dan lead time	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0

Tabel 2 Nilai Konversi Skor Ke Simbol Huruf WRM

Range	Jenis hubungan	Simbol
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 relation	X

Hasil konversi kemudian digunakan lagi untuk menghitung tingkat pengaruh dari masing-masing jenis waste ke jenis waste lainnya dengan nilai konversi A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2 dan X = 0. Hasil perhitungan ini nantinya akan dijumlahkan dan diketahui nilai tingkat pengaruhnya yang ditulis dalam satuan persen (%). Pertanyaan akan diajukan dengan cara judgment sampling kepada orang yang dianggap ahli proses produksi dan kualitas produk.

4. Analisa Hasil Pengolahan Data

4.1 Analisa Waste Relationship Matix (WRM)

Proses pendinginan yang ini dilakukan secara manual oleh operator menimbulkan banyak pemborosan yang tidak perlu, dalam hal ini adalah waktu tunggu (Waiting Time) dan gerakan (Motion). Data mengenai jumlah operator yang bekerja, lamanya waktu menunggu Waiting Time dan Motion pada bulan Januari sampai Agustus 2016 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Data Waktu Menunggu dan Jumlah Pergerakan Operator (2016)

Bulan	Jumlah Operator per line (orang)	Jumlah manual transport/strika (pergerakan)	Total pergerakan	Jarak rata-rata Per Pergerakan per (meter)	Total jarak (meter)	Waktu tunggu per operator per shift (menit)	Waktu hilang (manhours)
Januari	4	4	16	2.25	36.00	52	78
Februari	4	4	16	2.15	34.40	54	81
Maret	4	4	16	2.25	36.00	53	80
April	4	4	16	2.35	37.60	54	81
Mei	6	4	24	2.25	54.00	54	122
Juni	6	4	24	2.13	51.12	52	117
Juli	6	4	24	2.25	54.00	51	115
Agustus	6	4	24	2.15	51.60	52	117
September	6	4	24	2.25	54.00	48	108
Oktober	6	4	24	2.1	50.40	45	101
November	4	4	16	2.25	36.00	53	80
Desember	4	4	16	2.22	35.52	52	78

Data Waktu Menunggu, Jumlah Operator dan Jumlah pergerakan operator, tahun 2016

Keterangan :
 - data di ambil per shift
 - 1 shift = 8 jam kerja pada saat kerja normal
 - 1 shift = 12 jam kerja pada saat kerja lembur
 - Bulan juni sampai Oktober adalah bulan puncak produksi
 - waktu tunggu dihitung berdasarkan rata-rata waktu yang diperlukan operator untuk menarai strila yang dingin
 - waktu hilang (loss time) adalah perkalian waktu tunggu dalam satu bulan dengan jumlah operator

Dengan menggunakan tabel pertanyaan WRM didapat skor jawaban masing masing pertanyaan seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4 Skor Jawaban masing masing pertanyaan.

NO	Question Relationship	Jawaban Dan Skor												Total Skor	Relation ship
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	O - I	a	4	c	1	b	2	b	2	b	0	c	1	10	I
2	O - D	c	0	b	2	c	0	b	2	b	2	b	2	8	O
3	O - M	b	2	b	2	b	2	b	2	b	2	c	1	11	I
4	O - T	c	0	c	0	b	2	a	4	b	2	b	2	10	O
5	O - W	b	2	c	0	b	2	b	2	b	2	c	1	9	O
6	I - D	b	2	a	4	b	2	c	0	b	2	b	2	12	I
7	I - M	b	2	b	2	b	2	b	2	c	0	c	1	9	I
8	I - T	a	4	b	2	c	0	b	2	b	2	1	1	11	I
9	I - W	b	2	a	4	b	2	c	0	b	2	c	1	11	I
10	I - O	c	0	b	2	c	0	a	4	b	2	b	2	10	I
11	D - M	b	2	c	0	b	2	c	0	b	2	1	1	7	O
12	D - T	c	0	c	0	b	2	b	2	c	0	c	1	5	U
13	D - W	c	0	c	0	b	2	a	4	b	2	b	2	10	O
14	D - O	a	4	b	2	b	2	c	0	0	2	b	2	12	I
15	D - I	b	2	c	0	b	2	a	4	b	2	b	2	12	I
16	M - P	c	0	b	2	b	2	c	0	b	2	c	1	7	O
17	M - W	a	4	a	4	b	2	a	4	b	2	a	4	20	A
18	M - I	c	0	c	0	b	2	b	2	b	2	b	2	8	O
19	M - D	b	2	c	0	b	2	b	2	b	2	c	1	9	I
20	T - W	c	0	c	0	b	2	b	2	b	2	b	2	8	O
21	T - O	c	0	c	0	b	2	b	2	b	2	b	2	8	U
22	T - I	c	0	c	0	b	2	b	2	b	2	c	1	7	U
23	T - M	a	4	b	2	b	2	b	2	a	4	c	1	15	E
24	P - W	b	2	b	2	b	2	b	2	b	2	c	1	11	I
25	P - O	b	2	a	4	b	2	c	0	b	2	b	2	12	I
26	P - I	c	0	a	4	b	2	b	2	c	0	b	2	10	I
27	P - D	a	4	b	2	b	2	a	4	c	0	c	1	13	I
28	P - M	b	2	b	2	b	2	b	2	b	2	c	1	11	I
29	W - O	c	0	c	0	b	2	b	3	b	2	b	2	9	O
30	W - I	b	2	c	0	b	2	b	2	b	2	c	1	9	O
31	W - D	c	0	c	0	c	0	b	2	b	2	c	1	5	U

Tabel 5 Table Konversi Ke Simbol Huruf

Range	Jenis hubungan	Simbol
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 relation	X

Tabel 6 Hasil Konversi Ke Simbol Huruf

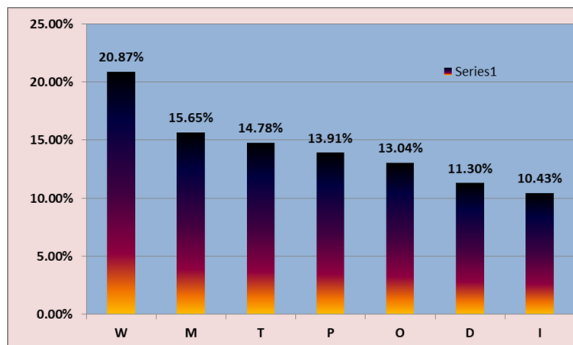
F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	O	U	U	X	O
I	U	A	O	O	O	X	X
D	U	O	A	O	I	X	X
M	U	O	O	A	O	I	I
T	U	U	U	E	A	E	U
P	U	O	O	I	O	A	U
W	U	E	I	E	E	I	A

Untuk penyederhanaan matrix pada Tabel 4.4, maka dikonversikan kedalam angka dengan acuan A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, X = 0. Sehingga waste matrix value dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 7 Tabel WRM

F/T	O	I	D	M	T	P	W	TOTAL	%
O	10	8	4	2	2	0	4	30	13.04%
I	2	10	4	4	4	0	0	24	10.43%
D	2	4	10	4	6	0	0	26	11.30%
M	2	4	4	10	4	6	6	36	15.65%
T	2	2	2	8	10	8	2	34	14.78%
P	2	4	4	6	4	10	2	32	13.91%
W	2	8	6	8	8	6	10	48	20.87%
TOTAL	22	40	34	42	38	30	24	230	100%
%	9.57%	17.39%	14.78%	18.26%	16.52%	13.04%	10.43%	100%	

Pada Tabel ini dapat diketahui bahwa nilai from waiting memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 20.87 % yang kemudian disusul dengan from motion dengan persentase sebesar 15.65%. Hal motion memiliki pengaruh yang cukup besar untuk menyebabkan terjadinya waste yang lain. Sedangkan nilai to motion memiliki persentase yang tertinggi yaitu sebesar 18.26 %. Hal tersebut mengindikasikan bahwa waste motion paling banyak diakibatkan oleh waste yang lain. Grafik berikut menunjukkan nilai masing masing jenis waste.



Gambar 4 Waste Matrix Value

4.2 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Tabel WRM selanjutnya di gunakan untuk membuat table WAQ (Waste Assessment Questionnaire). Table WAQ dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan waste yang terjadi pada lini produksi. Kuisioner assessment terdiri dari 68 pertanyaan. Tiap pertanyaan dari kuisioner mewakili suatu aktifitas, kondisi atau tingkah laku dalam rantai produksi yang mungkin dapat menimbulkan waste. Beberapa pertanyaan dikelompokkan dalam jenis “From” yang berarti bahwa pertanyaan tersebut merujuk terhadap segala jenis pemborosan yang terjadi yang dapat memicu ataupun menghasilkan jenis waste yang berbeda. Sedangkan pertanyaan lainnya mewakili jenis “to” yang berarti segala jenis waste yang ditimbulkan oleh waste yang lainnya. Setiap pertanyaan pada WAQ terdiri dari 3 buah jawaban dengan bobot masing-

masing: 1, 0.5, dan 0. Pertanyaan dikategorikan ke dalam 4 kelompok yaitu man, machine, material dan method.

Ada 3 pilihan untuk jawaban yaitu : “ya”, “sedang” dan “tidak”. Skor untuk ketiga jenis pilihan dibagi menjadi 2 katagori.

- Kategori pertama atau kategori A adalah jika jawab “ya” yang diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban ya untuk kategori A adalah “1”. Sedang adalah “0.5” dan tidak adalah “0”.
- Kategori kedua atau kategori B adalah jika jawaban ‘ya’ berarti diindikasikan tidak ada pemborosan. Dengan demikian skor untuk “ya” adalah “0”, jika sedang “0.5” dan 1 jika “tidak”.

Pengukuran waste menggunakan 8 tahap sebagai berikut:

- Mengelompokkan dan menghitung jumlah kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan. Tabel 4.6 merupakan hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

Tabel 8 Hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

NO	Jenis Pertanyaan	Total
	(i)	(Ni)
1	From Over Production	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

68

- Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan dalam questioner berdasarkan WRM.

Tabel 9 Bobot Tiap Pertanyaan

Tabel Waste Matrix Value		Bobot awal untuk tiap jenis waste							
NO	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	O	I	D	M	T	P	W
1	Man	To Motion	10	8	4	2	2	0	4
2		From Motion	2	10	4	4	4	0	0
3		From Defect	2	4	10	4	6	0	0
4		From Motion	2	4	4	10	4	6	6
5		From Motion	2	2	2	8	10	8	2
6		From Defect	2	4	4	6	4	10	2
7		From Process	2	8	6	8	8	6	10
8	Material	To waiting							
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
68	Method	From Defect	6	4	10	6	6	0	4

- Membagi tiap bobot tiap satu baris dengan jumlah pertanyaan yang di kelompokkan (Ni).
- Menghitung jumlah skor tiap kolom jenis waste dan frekuensi (Fj) dari munculnya nilai tiap kolom waste. Nilai 0 di abaikan.

- Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1;0.5;0) kedalam tiap bobot nilai.
- Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom waste dan frekuensi (fj) untuk nilai bobot pada kolom waste dengan mengabaikan nilai 0.
- Menghitung nilai indikator untuk tiap waste (Yj)
- Langkah terakhir adalah memasukkan semua nilai Yj kedalam tabel rekapitulasi WAQ untuk semua jenis waste.

Tabel 10 Nilai Akhir Yj

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0.53	0.54	0.42	0.53	0.55	0.50	0.48
Pj Faktor	152.94	156.25	117.18	256.75	181.64	191.34	325.46
Hasil Akhir (Yj Final)	81.12	84.16	49.39	134.86	99.69	95.09	57.7
Hasil Akhir (%)	11.56	11.99	7.04	19.21	14.2	13.55	22.46
Rangking	6	5	7	2	3	4	1

Pada tabel ini dapat dilihat bahwa waste terbesar yang terjadi yaitu waste waiting dengan persentase sebesar 22.46%. Di urutan kedua yaitu waste motion dengan persentase sebesar 19.21%. Sedangkan waste transportation berada di urutan ketiga dengan persentase sebesar 14.20%.

4.3 Analisa Penyebab Timbulnya Waste

Untuk mengetahui akar penyebab dari timbulnya waste dianalisa menggunakan fishbone diagram. Penyebab utama timbulnya dua pemborosan (waste) terbesar dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 11 Penyebab utama timbulnya pemborosan

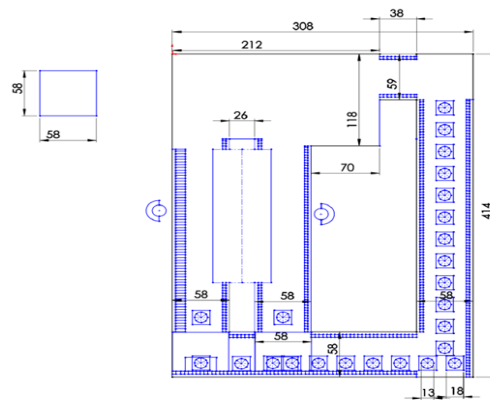
No	Jenis Waste	Akar Penyebab
1	Menunggu (waiting)	handling produk secara manual
		alur proses tidak searah
		urutan loading unit tidak tetap
		alur proses tidak first in first out (FIFO)
2	Gerakan (motion)	handling produk secara manual
		tidak ada alat bantu
		proses terpisah pisah
		proses terpisah pisah

4.4 Kegiatan Perbaikan

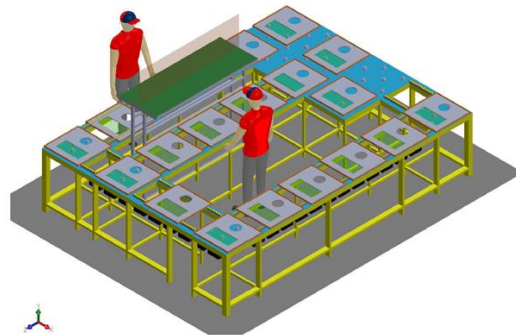
Perbaikan yang dilakukan berdasarkan analisa dari perhitungan takt time, berdasarkan analisa dari waste dengan peringkat terbesar dan berdasarkan analisa data. Perbaikan yang dilakukan pada proses produksi setrika model PSG di PT. X adalah sebagai berikut:

- Mengganti proses pendinginan menjadi menyatu dan searah. Gambar 4.1 dan gambar 4.2 menunjukkan rancangan tata letak proses yang

baru. Dengan menggunakan kombinasi bidang miring dan gravity feeder handling produk menggunakan sumber energi yang minimal.



Gambar 5 Rancangan Proses Pendinginanyang baru



Gambar 6 Rancangan Proses Pendinginan yang baru (3D)

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- Faktor yang mempengaruhi tingginya pemborosan pada proses pendinginan produk PSG adalah Gerakan (Motion) yang berlebihan dan tingginya waktu yang terbuang akibat menunggu (Waiting).
- Pemborosan akibat Motion yang tidak perlu dapat di kurangi dari 9 meter/setrika/operator menjadi 0 meter/setrika/opertator atau dapat diturunkan sebesar 100%.
- Waktu tunggu berkurang dari 480 detik menjadi 360 detik. Ada penurunan sebesar 25% % setelah dilakukan perbaikan.

Daftar Pustaka

- [1] Elok Rizqi Cahyanti, Mochamad Choiri, Rahmi Yuniarti. 2012. Pengurangan Waste Pada Proses Produksi Botol X Menggunakan Metode Lean

- Sigma. Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- [2] Lean Enterprise Institute, Inc.2000. Principles of Lean – Lean Manufacturing Melalui :<https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>
- [3] Michael L. George.2003.Lean Six Sigma for Service. The McGraw-Hill Companies, Inc
- [4] T. Ohno.1988. Toyota Production System. Productivity Press. hlm. 8. ISBN 0-915299-14-3.
- [5] M. Imai.1998. Genba Kaizen : Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah Pada Manajemen. Jakarta, Pustaka Brinaman Pressindo
- [6] Golean six sigma .2012.”The Basics of Lean Six Sigma” Melalui <http://Golean six sigma.com/wp-content/uploads/2012/02/The-Basics>.
- [7] Wahyu Adrianto, Muhammad Kholil. 2015. “Analisis Penerapan Lean Production Process untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT.GMF Aeroasia)”. Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 14 No. 2.
- [8] Wahyu Mustikarini, Mochamad Choiri, Lely Riawati. 2013. Evaluasi Proses Produksi Sebagai Upaya Untuk Meminimasi Waste Dengan Pendekatan Lean Six Sigma (Studi Kasus: PT Temprina Media Grafika Malang).Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- [9] Dikki Julian Antandito, Mochammad Choiri, Lely Riawati. 2013. Pendekatan Lean Manufacturing Pada Proses Produksi Furniture Dengan metode Cost Integrated Value Stream Mapping (Studi Kasus:PT Gatra Mapan Ngijo Malang). Teknik Industri Universitas Brawijaya. Vol. 2 No. 6.
- [10] Novia Alvin Nur Annisa, Sugiono, Ceria Farela Mada Tantrika. 2013. Pendekatan Lean Six Sigma Untuk Mengurangi Waste Proses Produksi Brown Paper (Studi Kasus: PT kertas Leces, Kabupaten Probolinggo). Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- [11] Gaspersz, Vincent. 2007. Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [12] Prof. Jiju Antony and Dr.Maneesh Kumar. 2011. Lean and Six Sigma : Research and Practice.bookboon.com
- [13] Six Sigma Quality Management MBA Student Text Melalui : <https://code.pediapress.com>. 2012.