

Usulan Peningkatan Efisiensi Keseimbangan Lini Dengan *Value Stream Mapping* Dan *Yamazumi Chart* Pada PT.PAI

Iphov K. Sriwana*, Kurniawan

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul
Jalan Arjuna Utara No.9, Jakarta, Indonesia 11510

Article Info

Article history:

Received
6 September 2019

Accepted
10 October 2019

Keywords:

Lean manufacturing
Yamazumi Chart
VSM
WRM
WAQ
Waste

Abstract

PT. PAI is a footwear company that produces sports shoes. The production process at PT. PAI, has a waste of 15.891%. To overcome the problems that occur, this study was conducted with the aim of identifying and proposing waste elimination. The method used is a lean manufacturing approach. One of the tools used is Value Stream Mapping (VSM) and Yamazumi Chart. The first stage to solve the problem is the identification of waste using the Waste Relationship Matrix (WRM), Waste Assessment Questionnaire (WAQ) and VALSAT. The second stage is carried out by designing the current Value Stream Mapping (VSM), designing the proposed improvements using the Yamazumi Chart to balance the production line and designing the Future VSM based on the results of the proposals that have been given. The result of identification using these tools is known that the biggest waste is waste in the process with a percentage of 15.891% followed by overproduction of 15.774%. Based on the calculation using VSM and Yamazumi Chart, elimination of waste can be done as much as 5.48%, reducing the number of workers by 32 people and reducing the number of work stations by 16 work stations.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan sepatu merupakan salah satu sektor industri di Indonesia yang kini semakin berkembang. Hal ini merangsang berbagai perusahaan terutama di bidang sepatu untuk selalu melakukan peningkatan dalam proses produksinya. Salah satu yang dilakukan adalah bagaimana mengurangi *waste* yang ada sehingga *lead time* menjadi lebih pendek dan hal ini sesuai dengan konsep *lean*.

Konsep *lean* merupakan konsep perampingan atau efisiensi yang dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur maupun jasa. Efisiensi yang diperoleh merupakan target yang ingin dicapai oleh perusahaan, sehingga sangat diharapkan untuk dapat diimplementasikan. *Lean manufacturing* merupakan suatu metode yang pada awalnya diadaptasi dari system produksi perusahaan otomotif yang sangat sukses dari Jepang yaitu Toyota.

PT. PAI merupakan salah satu perusahaan sepatu yang bergerak pada bidang *footware* yang khusus pada sepatu olahraga dan sudah berdiri sejak tahun 1989. PT. PAI mampu menghasilkan ribuan pasang sepatu per bulan dengan menjamin kualitas yang tinggi. Setiap tahun permintaan sepatu

olahraga meningkat dan membuat perusahaan senantiasa melakukan pengukuran secara berkala untuk menyesuaikan waktu produksi, jumlah karyawan dan stasiun kerja agar kegiatan proses produksi bisa berjalan secara efisien. Salah satu produk lama yang hingga kini masih diminati adalah sepatu olahraga model Classic Cortez. Permasalahan yang ada pada PT. PAI adalah meningkatnya permintaan konsumen untuk model sepatu Classic Cortez, sehingga perusahaan perlu menyeimbangkan waktu, tenaga kerja, serta stasiun kerja yang efisien dengan mengeliminasi berbagai pemborosan yang terjadi agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen secara optimal dan meningkatkan keuntungan perusahaan.

Pemborosan sering terjadi di berbagai industri atau perusahaan, tetapi merupakan aktivitas yang harus dikurangi atau bahkan dihilangkan karena akan sangat merugikan perusahaan dan dapat meningkatkan biaya produksi. *Lean Manufacture* merupakan salah satu metode yang tepat untuk dapat menggambarkan proses yang terjadi dan hal ini sudah dilakukan oleh (Kosasih et al. 2019) untuk mengurangi pemborosan pada industri kimia. Konsep *lean manufacture* diawali dengan identifikasi pemborosan menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dan *Value Stream Analysis*

*Corresponding author. Iphov K. Sriwana
Email address: iphov.kumala@esaunggul.ac.id

Tools (VALSAT). Konsep *lean manufaktur* sudah banyak digunakan oleh banyak peneliti, diantaranya oleh (Suharjo & Sudiro 2019) yang melakukan penelitian untuk melakukan identifikasi pemborosan yang diakibatkan oleh operator dan berhasil mengusulkan perbaikan pengurangan waktu tunggu yang berkurang sebesar 25% dan (Jakfar et al. 2014) yang melakukan penelitian untuk identifikasi waste yang terjadi dari proses produksi etiket “H” sebagai dasar untuk membuat rancangan dan menghasilkan beberapa usulan perbaikan diantaranya pembuatan kartu produksi untuk mengontrol jumlah produksi dan melakukan *briefing* tiap awal shift, pengaturan penggunaan forklift, penyiapan administrasi sebelum kedatangan atau pengiriman produk, adanya *Receiving Report* (RR) dan lab sampel dari supplier.

Tujuan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan pada produksi sepatu olahraga model Cortez Classic dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufaktur* dan membuat usulan perbaikan dalam meningkatkan efisiensi proses produksi sepatu olahraga model Cortez Classic.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, diawali dengan identifikasi pemborosan dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dan VALSAT. Setelah berhasil melakukan identifikasi pemborosan, langkah berikutnya adalah melakukan analisa *current VSM*, melakukan usulan perbaikan dan memberikan usulan yang tergambar dalam *future VSM*.

3.1 Waste Relationship Matrix

Waste Relationship Matrix (WRM) yang dibuat pada penelitian ini dibuat dalam bentuk *matrix* yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran. *Matrix* tersebut terdiri dari baris dan kolom, yang menganalisa pengaruh suatu *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Hal ini dilakukan dengan mengikuti alur pembuatan WRM yang disampaikan oleh (Rawabdeh, 2005). Matriks yang dibuat dalam WRM tersebut, dapat dilihat pada Tabel 1.

Hubungan antar jenis *waste* terdiri dari jenis *waste Overproduction* (O), *Defect* (D), dan *Transportation* (T) yang berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali *Process* (P), sedangkan jenis *waste Waiting* (W) yang hanya berpengaruh terhadap O, I, dan D. Untuk menghitung kekuatan dari hubungan antar *waste* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuesioner yang memperlihatkan kriteria pengukuran yang terdiri dari enam pertanyaan dengan tiap jawaban memiliki

rentang bobot antara 0 sampai 4, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tahap selanjutnya setelah melakukan daftar pertanyaan, kemudian menentukan skor keterkaitan antar *waste* yang kemudian dikonversikan ke dalam simbol, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) dibuat dengan menggunakan kuesioner *assessment* yang terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda. Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) terbagi menjadi empat aspek yaitu, *Man*, *Material*, *Machine*, dan *Method*. 68 pertanyaan yang disiapkan, memiliki dua hubungan pemborosan yaitu A dan B. Hubungan pemborosan A artinya jenis pertanyaan berhubungan dengan aspek pertanyaan, sedangkan hubungan pemborosan B artinya jenis pertanyaan tidak berhubungan dengan aspek pertanyaan. Responden yang mengisi kuesioner adalah tiga orang yang sama dengan yang mengisi kuesioner WRM. Kuesioner yang digunakan merupakan kuesioner yang sudah valid dan sudah digunakan oleh (Rochman 2014).

Tiap pertanyaan dari kuesioner mewakili suatu aktivitas, kondisi atau tingkah laku dalam lantai 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 tiga buah jawaban dengan bobot masing-masing: 1, 0,5, dan 0. Pertanyaan dikategorikan ke dalam empat kelompok yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Tiap pertanyaan tersebut dikelompokkan menjadi beberapa tipe dengan derajat yang sama berdasarkan jawabannya untuk mengembangkan model kuesioner penilaian *waste*. Nilai akhir dari *waste* tergantung pada kombinasi jawaban yang sudah diberikan.

Perhitungan Bobot Awal WAQ dilakukan dengan mengikuti tahapan yang dilakukan oleh Daonil (2012). Tahapan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan “*from*” dan “*to*” untuk tiap jenis *waste*.
2. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix*.
3. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i).

Table 1.
Waste Relationship Matrix (WRM)

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

Tabel 2.
Daftar Pertanyaan untuk Analisis WRM

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> dapat <i>j</i>	A Selalu	4
		B Kadang-kadang	2
		C Jarang	0
2	Bagaimana jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	A Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> naik	2
		B Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> tetap	1
		C Tidak tentu tergantung keadaan	0
3	Dampak terhadap <i>i</i> dan <i>j</i>	A Tampak secara langsung dan jelas	4
		B Sederhana dan langsung	2
		C Tidak sering muncul	0
4	Menghilangkan dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara ...	A Metode <i>engineering</i>	2
		B Sederhana dan langsung	1
		C Solusi instruksional	0
5	Dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> terutama mempengaruhi ...	A Kualitas produk	1
		B Produktifitas sumber daya	1
		C <i>Lead time</i>	1
		D Kualitas dan produktifitas	2
		E Kualitas dan <i>lead time</i>	2
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	F Produktifitas dan <i>lead time</i>	2
		G Kualitas, produktifitas dan <i>lead time</i>	4
		A Sangat tinggi	4
		B Sedang	2
		C Rendah	0

Tabel 3.
Daftar Pertanyaan untuk Analisis WRM

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	<i>Absolutely necessary</i>	A
13-16	<i>Epecially important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

4. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan “from” dan “to” untuk tiap jenis waste.
5. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan waste relationship matrix.
6. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (Ni).
7. Menghitung jumlah skor dari tiap kolom jenis waste, dan frekuensi (Fj) dari munculnya nilai pada tiap kolom waste dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$Sj = \sum_{k=1}^k Xk \times \frac{Wj.k}{Ni}; \text{ untuk tiap jenis waste } j$$

8. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0,5, atau 0) ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya.
9. Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom waste dengan mengabaikan nilai 0 (nol), dengan persamaan:

$$sj = \sum_{k=1}^k Xk \times \frac{Wj.k}{Ni}; \text{ untuk tiap jenis waste } j$$

Dimana sj adalah total untuk nilai bobot waste, dan Xk adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0,5, atau 0).

10. Menghitung indikator awal untuk tiap waste (Yj). Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum mempresentasikan bahwa tiap jenis waste dipengaruhi jenis waste lainnya.

$$Yj = \frac{sj}{Fj} \times \frac{fj}{sj}; \text{ untuk tiap jenis waste } j$$

11. Menghitung nilai final waste factor (Yfinal) dengan memasukkan factor probabilitas pengaruh antar jenis waste (Pj) berdasarkan total “from” dan “to” pada WRM. Kemudian mempresentasikan bentuk final waste factor yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing waste.

$$Yj \text{ final} = Yj \times Pj = \frac{sj}{Fj} \times \frac{fj}{Fj} \times Pj \dots\dots\dots(1)$$

untuk tiap jenis waste j

Bobot awal (Wj) ditentukan dengan:

$$(Wj) = \frac{\text{Nilai Konversi WRM}}{\text{Jumlah Pertanyaan Kuesioner WAQ berd.Jenis (Ni)}} \dots\dots\dots(2)$$

Value stream adalah seluruh kegiatan (baik yang merupakan value added maupun non-value added) yang diperlukan untuk memproses sebuah produk melalui dua aliran utama, yaitu: (1) aliran produksi dari bahan baku ke pelanggan dan (2) rencana aliran dari konsep ke implementasi, dengan memetakan aliran nilai (value stream) secara mendetail untuk mengidentifikasi adanya pemborosan dan menemukan penyebab-penyebab terjadinya pemborosan serta memberikan cara yang tepat untuk menghilangkannya atau paling tidak menguranginya.

3. HASIL

Untuk mendapatkan hasil identifikasi pemborosan, maka dilakukan diskusi dan penyebaran kuesioner kepada pakar, yang terdiri dari tiga orang responden PT. PAI dari departemen Industrial Engineering. Kuesioner terdiri dari 252 pertanyaan. Kuesioner yang dibuat, dilakukan dengan mengikuti kuesioner yang sudah dirancang oleh (Rawabdeh, 2005).

3.1 Waste Relationship Matrix

Waste Relationship Matrix (WRM) yang dilakukan pada tahap 1, diawali dengan pengisian kuesioner. Hasil rekapitulasi jawaban responden kuesioner Waste Relationship Matrix (WRM) dapat dilihat pada Tabel 4. Kuesioner tersebut digunakan sebagai input untuk melakukan perhitungan WRM. Hasil rekapitulasi jawaban kuesioner WRM dapat dilihat pada Tabel 5. Semua pertanyaan kuesioner yang telah diisi, kemudian dikalkulasikan dan dicari nilai rata-rata, lalu dikonversi ke dalam skor sesuai dengan standar yang ada pada Tabel 5. Nilai range yang telah dirata-rata dikonversi sesuai dengan data yang ada pada Tabel 6. WRM yang sudah diperoleh pada Tabel 6, kemudian dikonversi untuk dikuantifikasikan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil rekapitulasi WRM, hasil pemborosan yang tertinggi adalah from process 15,761%. Hal ini menunjukkan bahwa pemborosan from process memiliki pengaruh yang besar terhadap perusahaan dan dapat menyebabkan terjadinya pemborosan lain. Gambar 1 menunjukkan diagram yang menunjukkan persentase waste dari WRM.

3.2. Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Kuesioner Waste Assessment Questionnaire (WAQ) terbagi menjadi empat aspek yaitu, Man, Material, Machine, dan Method. Hasil pengisian WAQ dapat dilihat pada Tabel 8. Jenis pertanyaan untuk kuesioner Waste Assessment Questionnaire dibagi menjadi 11 jenis pertanyaan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Kuesioner WAQ yang ada pada Tabel 9, kemudian dilakukan pembobotan (Wj). Contoh perhitungan bobot untuk jenis pertanyaan To Motion pada aspek Man Overproduction $Wj = \frac{8}{9} = 0,889$. Hasil pembobotan tersebut dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 4.
Hasil rekapitulasi jawaban responden kuesioner WRM

No	Hubungan Pemborosan	Total Keseluruhan Skor	Rata-rata	Konversi
1	O-I	41	14	E
2	O-D	37	12	I
3	O-M	45	15	E
4	O-T	48	16	E
5	O-P	47	16	E
6	O-W	48	16	E
7	I-O	41	14	E
8	I-D	33	11	I
9	I-M	30	10	I
10	I-T	40	13	E
11	I-P	39	13	E
12	I-W	44	15	E
13	D-O	17	6	O
14	D-I	13	4	U
15	D-M	44	15	E
16	D-T	45	15	E
17	D-P	46	15	E
18	D-W	50	17	A
19	M-O	46	15	E
20	M-I	42	14	E
21	M-D	26	9	I
22	M-T	46	15	E
23	M-P	36	12	I
24	M-W	11	4	U
25	T-O	36	12	I
26	T-I	25	8	O
27	T-D	40	13	E
28	T-M	45	15	E
29	T-P	33	11	I
30	T-W	35	12	I
31	P-O	44	15	E
32	P-I	49	16	E
33	P-D	35	12	I
34	P-M	58	19	A
35	P-T	45	15	E
36	P-W	42	14	E
37	W-O	41	14	E
38	W-I	37	12	I
39	W-D	35	12	I
40	W-M	45	15	E
41	W-T	39	13	E
42	W-P	41	14	E

Tabel 5.
Tabel Waste Relationship Matrix (WRM)

From\To	Overproduction	Inventory	Defect	Motion	Transportation	Process	Waiting
Overproduction	A	E	I	E	E	E	E
Inventory	E	A	I	I	E	E	E
Defect	O	U	A	E	E	E	A
Motion	E	E	I	A	E	I	U
Transportation	I	O	E	E	A	I	I
Process	E	E	I	A	E	A	E
Waiting	E	I	I	E	E	E	A

Tabel 6.
Nilai Konversi Skor ke Simbol Huruf *Waste Relationship Matrix*

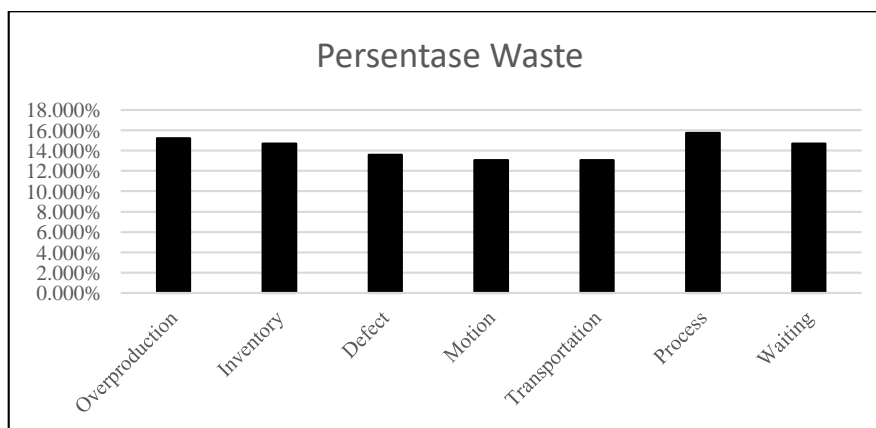
Range	Jenis Hubungan	Simbol	Nilai Simbol
17-20	<i>Absolutely necessary</i>	A	10
13-16	<i>Especially important</i>	E	8
9-12	<i>Important</i>	I	6
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O	4
1-4	<i>Unimportant</i>	U	2
0	<i>No relation</i>	X	0

Tabel 7.
Tabel *Waste Relationship Matrix* yang Dikonversikan

From\To	Overproduction	Inventory	Defect	Motion	Transportation	Process	Waiting	Total	%
Overproduction	10	8	6	8	8	8	8	56	15,217%
Inventory	8	10	6	6	8	8	8	54	14,674%
Defect	4	2	10	8	8	8	10	50	13,587%
Motion	8	8	6	10	8	6	2	48	13,043%
Transportation	6	4	8	8	10	6	6	48	13,043%
Process	8	8	6	10	8	10	8	58	15,761%
Waiting	8	6	6	8	8	8	10	54	14,674%
Total	52	46	48	58	58	54	52	368	100%
%	14,130%	12,500%	13,043%	15,761%	15,761%	14,674%	14,13%	100%	

Tabel 8.
Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

No	Aspek Pertanyaan	Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Hubungan Pemborosan
1	MAN	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan (mesin) sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	To Motion	B
2	MAN	Apakah supervisor menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam produksi?	From Motion	B
3	MAN	Apakah pengawasan untuk pekerjaan <i>shift</i> malam sudah cukup?	From Defects	B
4	MAN	Apakah ada langkah positif untuk meningkatkan semangat kerja?	From Motion	B
5	MAN	Apakah ada program pelatihan untuk karyawan baru?	From Motion	B
6	MAN	Apakah pekerja memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?	From Defects	B
7	MAN	Apakah perlindungan keselamatan sudah dimanfaatkan di area kerja?	From Process	B



Gambar 1.
Diagram persentase *waste* dari kalkulasi *Waste Relationship Matrix*

Tabel 9.
Jumlah kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

No	Jenis Pertanyaan	Total
1	From Waiting	8
2	From Motion	11
3	From Process	7
4	From Transportation	4
5	From Inventory	6
6	From Overproduction	3
7	From Defect	8
8	To Waiting	5
9	To Motion	9
10	To Transportation	3
11	To Defect	4
Jumlah Pertanyaan		68

Tabel 10.
Hasil WAQ

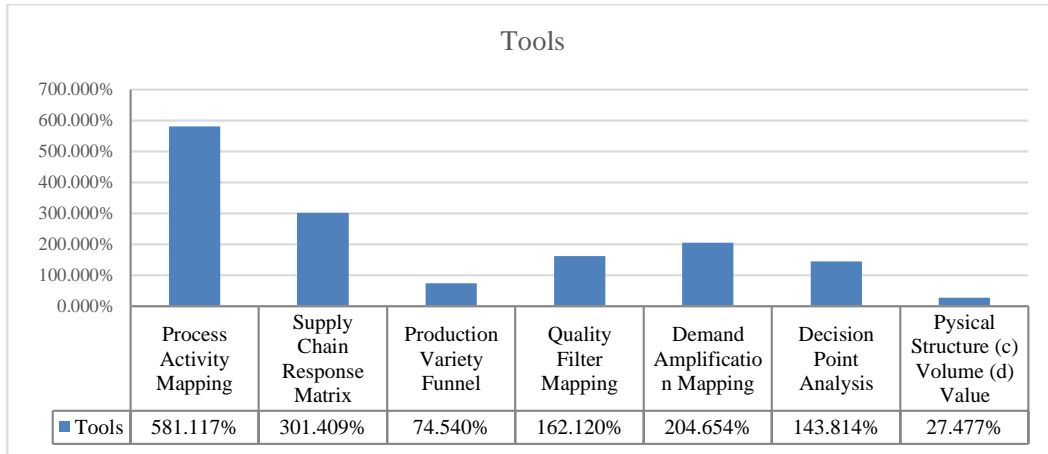
	O	I	D	M	T	P	W
Yj	0,554	0,541	0,561	0,571	0,559	0,556	0,550
Pj	0,023	0,019	0,017	0,020	0,021	0,023	0,020
Yj Final	0,012	0,010	0,010	0,011	0,012	0,013	0,011
%	15,774%	12,789%	12,285%	14,495%	14,688%	15,891%	14,078%

Tabel 11.
Value Stream Mapping Tools

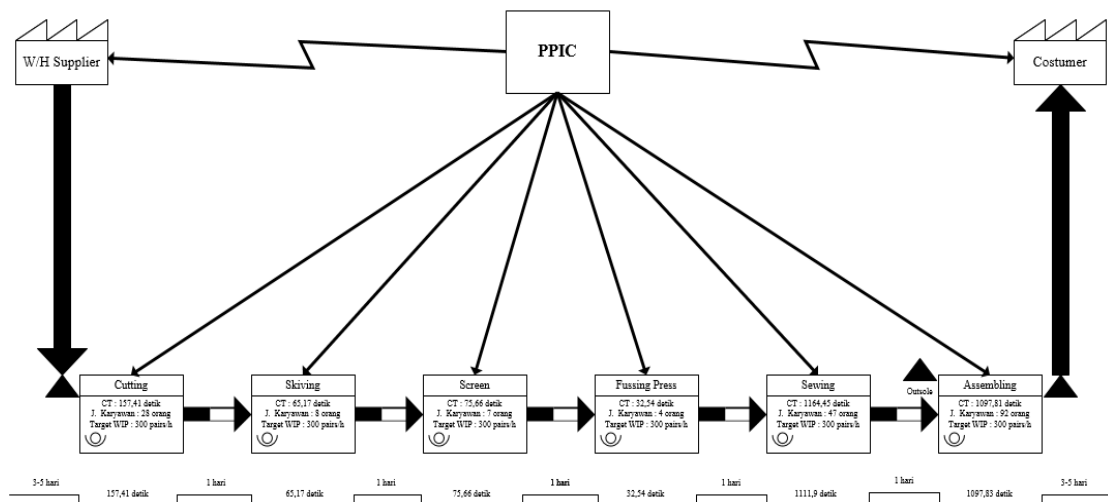
Waste\Tools	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure (a) Volume (b) value
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	M	L		M	M	
Transportation	H						L
Inappropriate Processing	H		M	L		L	
Unnecessary Motion	H	L					
Defects	L			H			
Overall Structure	L	L	M	L	H	M	H
Note	H = high correlation and usefulness M = medium correlation and usefulness L = low correlation and usefulness						

Tabel 12.
Pemilihan *Detailed Mapping Tools* menggunakan tabel VALSAT

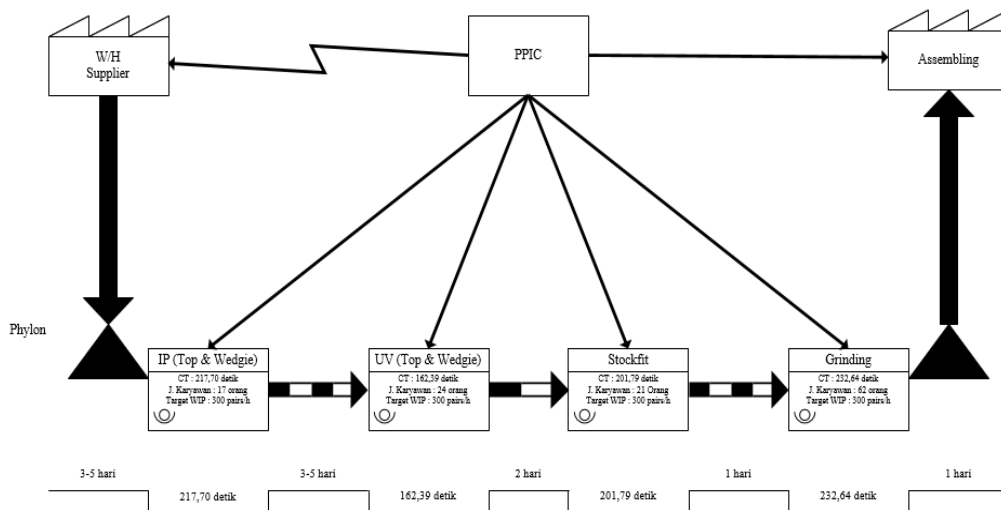
Waste	Weight	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure (c) Volume (d) Value
<i>Overproduction</i>	15,774%	15,774%	47,32%	0	15,774%	47,322%	47,322%	0
<i>Inventory</i>	12,789%	38,366%	115,09%	12,789%	0	115,097%	38,366%	12,789%
<i>Motion</i>	12,285%	110,564%	12,28%	0	0	0	0	0
<i>Defect</i>	14,495%	14,495%	0	0	130,455%	0	0	0
<i>Transportation</i>	14,688%	132,194%	0	0	0,000%	0	0	14,688%
<i>Process</i>	15,891%	143,019%	0	47,673%	15,891%	0	15,891%	0
<i>Waiting</i>	14,078%	126,705%	126,70%	14,078%	0	42,235%	42,235%	0
Total		581,117%	301,41%	74,540%	162,120%	204,654%	143,814%	27,477%



Gambar 2.
Grafik Pemilihan Detailed Mapping Tools



Gambar 3.
VSM Upper



Gambar 4.
VSM Outsole

3.3 Valsat

Berdasarkan Hasil Rekapitulasi *Waste Assessment Questionnaire*, hasil pemborosan tertinggi adalah *process* dengan persentase 15,891% diikuti dengan *overproduction* sebesar 15,774%. Setelah mendapat hasil akhir dari pembobotan menggunakan WRM dan WAQ, maka dilakukan pemilihan *detailed mapping tools* yang tepat sesuai dengan jenis pemborosan yang terjadi pada perusahaan. Konsep VALSAT digunakan untuk memilih *detailed mapping tools* dengan cara menghitung hasil pembobotan pemborosan dari WAQ dengan skala yang ada pada Tabel VALSAT seperti yang dapat dilihat pada Tabel 11. Skala yang ada pada tabel 11, mempunyai nilai yang berbeda. Skala 'L' mempunyai faktor pengali '1', skala 'M' mempunyai faktor pengali '3', sedangkan untuk skala 'H' mempunyai faktor pengali '9'. Hasil pemilihan *detailed mapping tools* menggunakan VALSAT dapat dilihat pada Tabel 12. Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat peringkat *detailed mapping tools* dalam bentuk grafik pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa Process Activity Mapping menempati urutan pertama dengan skor sebesar 581,117, sehingga penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Process Activity Mapping*. *Process Activity Mapping* akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Aktivitas berikutnya adalah melakukan penggolongan aktivitas pemborosan, yang dalam hal ini dibagi menjadi lima jenis, yaitu operation (O), transportation (T), inspection (I), storage (S), dan delay (D).

Tahap selanjutnya yang dapat dilakukan untuk menggambar kan permasalahan secara detail adalah merancang current VSM. Current VSM untuk bagian upper dari sepatu olah raga yang dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, dilakukan analisa aktivitas yang bernilai tambah (VA) dan yang tidak bernilai tambah (NVA). Penentuan aktivitas VA dan NVA, diperoleh dari hasil diskusi dengan beberapa orang pakar di PT. PAI. Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 13.

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan, diketahui bahwa permasalahan yang terbesar adalah ditemukannya ketidakseimbangan beban kerja. Untuk melakukan perhitungan keseimbangan lini, dilakukan perhitungan *takt time* terlebih dahulu dengan menggunakan formulasi berikut:

$$Takt\ Time = \frac{Waktu\ Tersedia}{Target\ Produksi} = \frac{3600}{300} = 12\ detik$$

Untuk menghitung jumlah karyawan dapat dihitung dengan menggunakan formulasi berikut:

$$Jumlah\ Karyawan = \frac{Waktu\ Siklus\ Proses}{Takt\ Time}$$

Proses kegiatan proses produksi pada departemen *Cutting* dapat dilihat pada Tabel 14

Tabel 13.
Rekapitulasi aktivitas VA, NNVA, dan NVA

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)
Operation	144	3210,24
Transportation	8	96,81
Inspection	12	128,17
Storage	5	65,42
Delay	1	10,29
Total	170	3510,92
VA	154	3331,86
NVA	1	10,29
NNVA	7	70,90
Total	162	3407,56
%VA		95,062%
%NVA		0,617%
%NNVA		34,321%

Tabel 14.
Proses kegiatan pada departemen cutting

No	Part	Waktu Siklus
1	Swoosh	7,33
2	Quarter Ext. Front	4,13
3	Tongue	4,71
4	Collar Lining	4,71
5	Tongue Lining	4,71
6	Tongue Foam	2,06
7	Collar Foam	1,83
8	Eyestay Reinf.	2,44
9	Backtab Reinf.	2,06
10	Toe Box	3,14
11	Sockliner	14,67
12	Backtab	3,67
13	Quarter Med	27,35
14	Quarter Lat	25,37
15	Quarter Lining Med	7,59
16	Quarter Lining Lat	7,59
17	Foxing Ext .Reinf.	4,97
18	Foxing	8,13
19	Tip	6,33
20	Eyestay	7,58
21	Strobelssock	7,04

3.4 Keseimbangan Lini

Waktu siklus yang ada pada departemen cutting mempunyai nilai yang tidak seimbang. Untuk menyeimbangkannya, dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya dengan menggunakan *genetic Algorithm* dan Moodie Young seperti yang dilakukan oleh (Sriwana *et al.*, 2017) dan Yamazumi chart. Yamazumi chart merupakan salah satu *tools* yang dapat digambarkan secara visual dan

cukup sederhana dalam penggunaannya, seperti yang disampaikan oleh (Sabadka *et al.*, 2017) bahwa Grafik Yamazumi adalah diagram batang yang menunjukkan siklus total waktu untuk setiap operator ketika melakukan proses dalam aliran produksi. Kemudahan dari yamazumi chart tersebut yang menyebabkan yamazumi chart digunakan pada penelitian ini.

Tabel 15.

Hasil rekapitulasi perhitungan keseimbangan lini awal pada departemen cutting

Stasiun Kerja	Proses	Waktu Siklus (detik)	Jumlah Karyawan (orang)
1	1,2	11,46	0,96
2	3,4	9,42	0,79
3	5,6,7,8	11,04	0,92
4	9,10,12	8,87	0,74
5	11	14,67	1,22
6	13	27,35	2,28
7	14	25,37	2,11
8	15	7,59	0,63
9	16	7,59	0,63
10	17,19	11,3	0,94
11	18	8,13	0,68
12	20	7,58	0,63
13	21	7,04	0,59
Jumlah		157,41	13,12

Tabel 16.

Proses kegiatan pada departemen skiving

No	Part	Waktu Siklus
1	Tip	9,04
2	Foxing	12,57
3	Quarter Med	17,28
4	Quarter Lat	17,35
5	Swoosh	8,93

Tabel 17.

Hasil Rekapitulasi Perhitungan Keseimbangan Lini pada Departemen Skiving

Stasiun Kerja	Proses	Waktu Siklus	Jumlah Karyawan
1	1	9,04	0,75
2	2	12,57	1,05
3	3	17,28	1,44
4	4	17,35	1,45
5	5	8,93	0,74
Jumlah		65,17	5,43

Pada bagian ini menampilkan hasil keseimbangan lini produksi di beberapa departemen. Rekapitulasi hasil Perhitungan Keseimbangan Lini pada Departemen Cutting dapat dilihat pada Tabel 15. Adapun hasil yamazumi chart untuk departemen cutting, dapat dilihat pada Gambar 5. Proses

produksi pada departemen *Skiving* dapat dilihat pada Tabel 16 dan rekapitulasi perhitungan pada Tabel 17 dan Gambar 6.

Tabel 18.

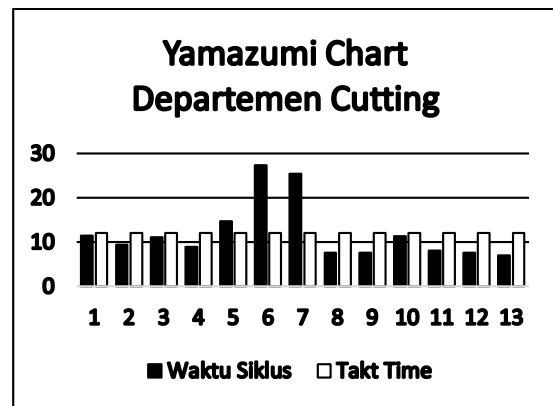
Proses kegiatan pada departemen screening

No	Part	Waktu Siklus
1	Quarter Med	33,00
2	Quarter Lat	33,00
3	Strobel Sock	9,66

Tabel 19.

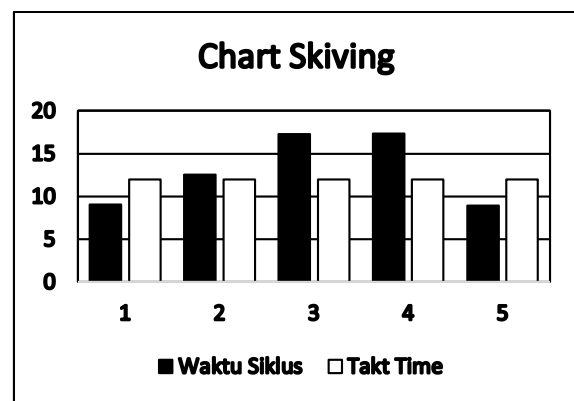
Hasil rekapitulasi perhitungan keseimbangan lini pada departemen screening

Stasiun Kerja	Proses	Waktu Siklus
1	1	33
2	2	33
3	3	9,66
Jumlah		75,66



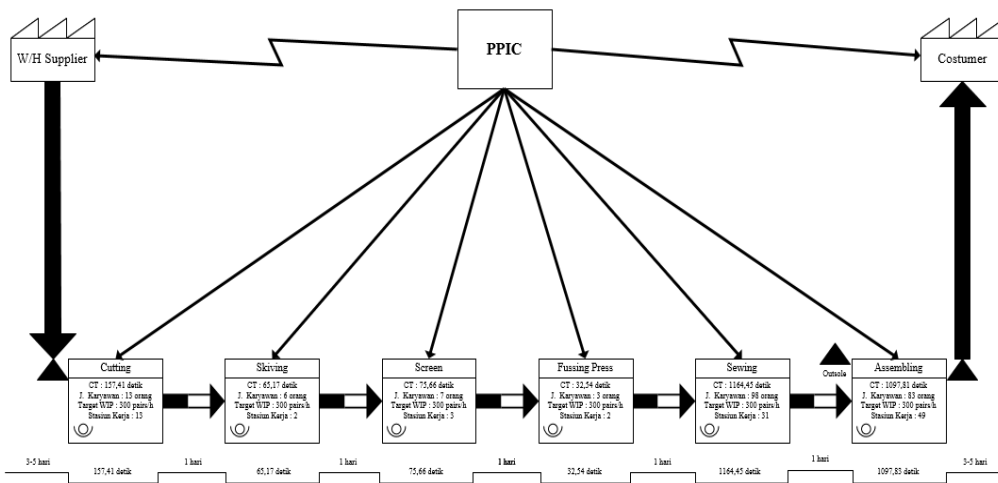
Gambar 5.

Yamazumi Chart Departemen Cutting

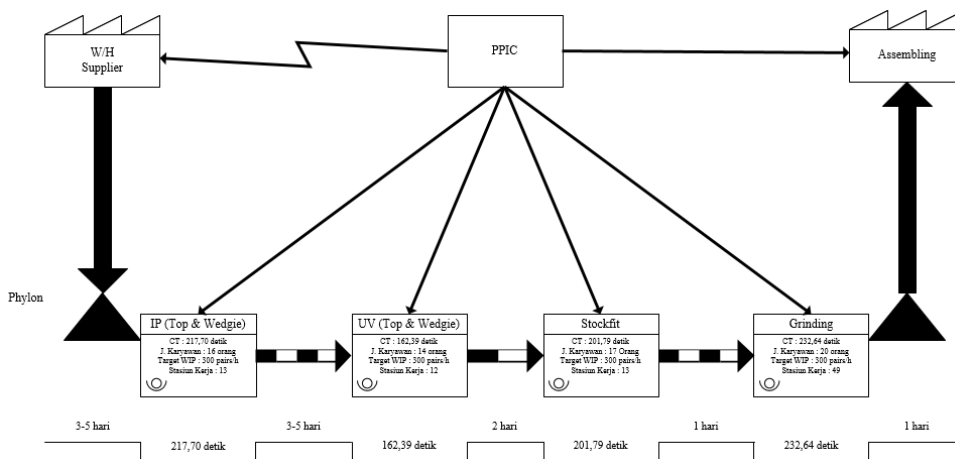


Gambar 6.

Yamazumi Chart departemen skiving



Gambar 7.
Proposed Value Stream Mapping Upper



Gambar 8.
Proposed Value Stream Mapping Outsole

Tabel 20.
Keseimbangan lini setelah perhitungan

No	Departemen	Jumlah Stasiun Kerja	Waktu Siklus	Jumlah Karyawan	Waste
1	Cutting	13	157,41	14	
2	Skiving	2	65,17	6	
3	Screening	3	75,66	7	
4	Fussing Press	2	32,54	3	
5	Sewing	31	1164,45	98	
6	Injection Phylon	13	217,70	16	31,835
7	Ultraviolet	12	162,39	14	4,53
8	Stockfit	13	201,79	17	16,53
9	Grinding	8	232,64	20	7,66
10	Assembling	49	1097,81	83	23,23
	Jumlah	146	3407,56	278	86,245

Proses kegiatan proses produksi pada departemen *Screening* dapat dilihat pada Tabel 17 dan rekapitulasi perhitungan pada Tabel 18. Setelah perhitungan keseimbangan lini dengan *Yamazumi*

Chart, dibuat *Proposed Value Stream Mapping* yang menggambarkan usulan aliran proses produksi sepatu *Classic Cortez* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Usulan VSM diperoleh berdasarkan hasil usulan perbaikan dengan menyeimbangkan beban kerja pada beberapa departemen. Usulan perbaikan tersebut, dapat mengurangi beberapa pemborosan, diantaranya yaitu jumlah stasiun kerja yang sebelumnya 162 menjadi 146, serta pemborosan waktu yang sebelumnya 186,65 menit menjadi 167,83 menit. Hasil usulan perbaikan, diperoleh keseimbangan lini seperti yang dapat dilihat pada Tabel 19.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dan berdasarkan hasil dari perhitungan WRM dan WAQ, dapat diidentifikasi bahwa pemborosan *process* memiliki persentase pemborosan tertinggi yaitu sebesar 15,761% dan 15,891% diikuti dengan *overproduction*. Konsep VALSAT digunakan untuk memilih *detailed mapping tools*. *Detailed Mapping Tools* yang digunakan adalah *Process Activity Mapping* dengan bobot terbesar yaitu 581,117. Hasil dari *Yamazumi Chart* meminimasi jumlah stasiun kerja yang sebelumnya 162 menjadi 146 dan pemborosan yang terjadi dari 91,725 menjadi 86,425.

6. REFERENCES

1. Daonil. 2012. Impelemntasi Lean Manufacturing untuk Eliminasi Waste pada Lini Produksi Machining CastWheel dengan menggunakan Metode WAM dan VALSAT. *Thesis*. Jakarta: Universitas Indonesia.
2. Jakfar, A., Setiawan, W.E. & Masudin, I., 2014. Pengurangan Waste Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jiti*, 1(April): 43–53.
3. Kosasih, W., Sriwana, I.K., Sari, E. & Doaly, C. 2019. Applying value stream mapping tools and kanban system for waste identification and reduction (Case study: a basic chemical company). *IOP Conference Series, Science, Materials*. pp. 1–8.
4. Rawabdeh I. A. 2005. A Model for The Assessment of Waste In Job Shop Environment. *International. Journal of Operations & Production Management.*, 25(8):800-822.
5. Rochman, M.R.F., Sugiono, & Efranto, R. Y. 2014. Penerapan Lean Manufacturing menggunakan WRM, WAQ, dan VALSAT untuk Mengurangi Waste pada Proses Finishing. *Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(4): 909-918.
6. Sabadka, D., Molnar, V., Fedorko, G., & Jachowicz, T. 2017. Optimization of production processes using the yamazumi method. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(4): 175–182.
7. Sriwana, I. K., Marie, I.A. & Mangala, D., 2017. The recommendation of line-balancing improvement on MCM product line 1 using genetics algorithm and moodie young at XYZ Company, Co. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277(1):1-8.
8. Suharjo & Sudiro, S. 2019. Pengurangan Pemborosan Pada Proses Produksi Dengan Menggunakan WRM, WAQ Dan Valsat Pada Sistem Lean Manufaktur. *Jurnal Ilmiah Teknobiz*, 8(2): 61–68.