

Implementasi Lean Manufacturing Untuk Meminimalisir Waste Pada Proses Produksi Ring Api Dengan Metode Value Stream Mapping Dan Waste Assessment Model

(Studi Kasus: UMKM Pengecoran Logam Enggal Jaya)

Yusuf Masykur Darmawan; Dr. Indah Pratiwi, S.T., M.T

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

UMKM Enggal Jaya merupakan sebuah industri yang bergerak di bidang pengecoran logam. UMKM ini memproduksi Ring Api dengan kapasitas produksi lebih dari 15000 produk setiap bulannya. Dalam proses produksi Ring Api ditemukan beberapa pemborosan. Berdasarkan kategori seven waste, UMKM Enggal Jaya cenderung memiliki masalah pada ketujuh waste tersebut antara lain overproduction, defect, inventory, motion, transportation, process, waiting. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang peta aliran informasi dan peta produksi pembuatan komponen ring api, menganalisis apa saja jenis waste dan mengidentifikasi penyebab terjadinya waste serta meminimalisir waste pada lantai produksi UMKM Enggal Jaya, dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi waste yang terjadi pada UMKM Enggal Jaya. Metode yang digunakan yaitu *Value Stream Mapping* dan *Waste Assessment Model*. Berdasarkan hasil pengolahan CVSM didapatkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 69% sedangkan pada FVSM didapatkan PCE sebesar 73%. Pada perhitungan WRM, *waste form overproduction* memiliki nilai paling besar yaitu 19% sedangkan *waste to inventory* memiliki nilai paling besar dengan nilai 18%. Berdasarkan hasil perhitungan waste menggunakan WAQ didapatkan 5 jenis *waste* paling dominan yang terjadi di UMKM Enggal Jaya, yaitu *waste overproduction* 19,2%, *waste defect* 18%, *waste inventory* 16,1%, *waste motion* 15,2%, dan *waste transportation* 13,3%. Usulan perbaikan yang diberikan yaitu melakukan pencatatan di setiap kegiatan, pembuatan SOP produksi, penambahan material handling, dan melakukan peramalan dan penjadwalan proses produksi.

Kata Kunci: Pemborosan, *Lean Manufacturing*, VSM, WAM

Abstract

UMKM Enggal Jaya is an industry engaged in metal casting. This UMKM produces Ring Api with a production capacity of more than 15,000 products every month. During the production process of Ring Api, several wastes were found. Based on the seven waste categories, Enggal Jaya SMEs tend to have problems with the seven wastes, including overproduction, defects, inventory, motion, transportation, process, waiting. The purpose of this research is to design information flow maps and production maps for making ring of fire components, analyze what types of waste and identify the causes of waste and minimize waste on the Enggal Jaya UMKM production floor, and provide suggestions for improvements to reduce waste that occurs in Enggal UMKM. Jaya. The method used is Value Stream Mapping and Waste Assessment Model. Based on the results of CVSM processing, a Process Cycle Efficiency (PCE) of 69% was obtained, while the FVSM obtained a PCE of 73%. In the WRM calculation, waste form overproduction has the greatest value, namely 19%, while waste to inventory has the greatest value, with a value of 18%. Based on the results of the waste calculation using WAQ, it was found that the 5 most dominant types of waste that occurred in UMKM Enggal Jaya, namely waste overproduction 19.2%, waste defect 18%, waste inventory 16.1%, waste motion 15.2%, and waste transportation 13.3%. Proposed improvements include recording every activity,

making Standard Operational procedur (SOP) of production, adding material handling, and forecasting and scheduling the production process.

Keyword: *Waste, Lean Manufacturing, VSM, WAM*

1. Pendahuluan

Persaingan dalam dunia industri sekarang ini berkembang sangat pesat sehingga perusahaan dituntut untuk memaksimalkan segala sumber daya yang dimiliki di dalam perusahaan. Hal itu yang mendasari bahwa keilmuan Teknik Industri perlu diimplementasikan perusahaan untuk menunjang berkembangnya sebuah perusahaan mulai dari sumber daya manusia yang harus berkompeten sesuai *job desk* yang diberikan, alat-alat yang memadai untuk proses pembuatan sebuah produk, *maintenance* mesin supaya dapat bertahan lebih lama, sistem kerja yang baik, dan keselamatan kerja yang terjamin. Jika hal itu dapat dipenuhi maka perusahaan akan mampu untuk menghasilkan produk yang berkualitas dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif singkat.

Penggunaan keilmuan Teknik Industri tidak hanya diimplementasikan oleh perusahaan manufaktur yang sudah besar tetapi juga dapat diimplementasikan oleh para pelaku usaha menengah dan kecil. Contohnya yaitu UMKM Enggal Jaya, usaha ini sudah berdiri sejak tahun 1991, usaha ini bergerak dalam bidang pembuatan berbagai peralatan logam. Produk yang dibuat diantaranya yaitu wajan dan komponen ring api. Dalam usaha ini terdapat berbagai macam sumber daya mulai dari peralatan yang menunjang untuk proses produksi diantaranya yaitu Diesel, dinamo, *blower*, gerinda, tungku kupola (alat untuk melebur logam) dan juga terdapat sumber daya manusia yang dengan lima orang pekerja tetap dan dua puluh orang buruh cor. Produk yang paling laku dalam usaha ini yaitu ring api dengan kapasitas produksi sampai 15000 produk ring api dalam sekali produksi. Dalam sekali produksi membutuhkan waktu kurang lebih tiga sampai empat minggu. Pada UMKM Enggal Jaya ini proses pembuatan cetakan untuk produk ring api yaitu menggunakan cetakan basah karena memiliki keunggulan lebih murah, memiliki kolapsibilitas yang baik, reusabilitas yang baik tetapi juga memiliki kelemahan yaitu dapat mengakibatkan defect sehingga produk defect pada UMKM ini tergolong cukup banyak. Apabila dilihat dari kategori *seven waste*, pada UMKM ini tergolong memiliki masalah waste pada semua kategori mulai dari *overproduction*, *defect*, *motion*, *inventory*, *transportation*, *process*, dan *waiting*. Pemborosan berdasarkan *seven waste* UMKM Enggal Jaya yaitu *overproduction* dikarenakan tidak ada *production planning* dalam sekali produksi, sehingga tidak dapat dihitung pasti dalam setiap produksi hingga menyebabkan *overproduction*. Selanjutnya yaitu terdapat *defect* disetiap produksi seperti produk retak, bentuk tidak presisi, dll. Terdapat juga beberapa titik letak cetakan yang jauh dari tempat peleburan sehingga menyebabkan *motion* yang cukup banyak. Kemudian tidak ada ruangan khusus untuk penyimpanan bahan baku dan produk jadi sehingga barang hanya diletakkan di sekitar lini produksi yang menyebabkan pemborosan tempat. Karena letak kerja cetakan yang cukup jauh maka menyebabkan waktu *transport* material menjadi agak jauh. Kemudian karena adanya produk *defect* mengakibatkan *re-process* yang menyebabkan pemborosan proses karena harus mengulang. Terakhir yaitu aktivitas menunggu mulai dari proses peleburan, proses cairan logam mengeras, jumlah *material handling* yang terbatas sehingga menambah waktu *waiting time*.

UMKM Enggal Jaya selalu berusaha untuk memuaskan para pelanggannya dari segi pelayanan, kualitas produksi, hingga kesesuaian dan ketepatan waktu produksi sesuai keinginan pelanggan. Banyaknya permintaan pasar untuk produk ring api membuat UMKM Enggal Jaya harus melakukan produksi ring api supaya memenuhi permintaan pelanggan, sedangkan dalam sekali produksi memerlukan waktu yang cukup lama. Sistem produksi pada UMKM Enggal Jaya yaitu dengan sistem *make to order* dan *make to stock*. Dalam perusahaan manufaktur terdapat aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added*) atau pemborosan (*waste*) yang akan mengakibatkan pemakaian sumber daya mulai dari energi, sumber daya manusia dan waktu yang semakin tinggi, maka proses produksi tersebut tidak

efisien (Lestari & Susandi, 2019). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang peta aliran informasi dan peta produksi pembuatan komponen ring api, menganalisis apa saja jenis waste dan mengidentifikasi penyebab terjadinya waste serta meminimalisir waste pada lantai produksi UMKM Enggal Jaya, dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi waste yang terjadi pada UMKM Enggal Jaya.

Salah satu pendekatan untuk meminimalisir waste yaitu *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) dalam desain, produksi atau operasi dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan (Fanani & Singgih, 2011). *Tools* yang akan digunakan untuk mengidentifikasi waste pada UMKM Enggal Jaya yaitu *Value Stream Mapping* (VSM). *Value Stream Mapping* adalah sebuah metode visual untuk memetakan jalur produksi dari sebuah produk yang di dalamnya termasuk material dan informasi dari masing-masing stasiun kerja (Lestari & Susandi, 2019). Selain *Value Stream Mapping* juga ada satu metode lain yang dipakai yaitu *Waste Assessment Model*. *Waste Assessment Model* (WAM) merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan waste dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi waste (Satria & Yuliawati, 2018). *Waste Assessment Model* terdiri dari dua cara yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ).

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan pendekatan metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa data angka, program statistika sebagai alat menganalisis.

2.2 Objek Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UMKM Enggal Jaya milik Bapak Safrudin yang beralamat di desa Bendo RT 42 / RW 18, Ngawonggo, Ceper, Klaten, Jawa Tengah, Indonesia. Terdapat 5 orang karyawan tetap dan dua puluh orang karyawan borongan di UMKM ini. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2023 – Maret 2023. Objek yang diamati yaitu keseluruhan produksi yang ada di UMKM Enggal Jaya serta melalui penyebaran kuesioner kepada dua orang yaitu pemilik UMKM dan satu orang karyawan di UMKM.

2.3 Tahapan Penelitian

a. Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping atau VSM adalah suatu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, yang tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang termasuk *value added* dan *non value added*. VSM juga digunakan untuk menilai adanya pemborosan pada lantai produksi (Tambunan, et al., 2018)

b. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

VALSAT adalah *tools* yang digunakan untuk memetakan secara detail dan terperinci sebuah waste pada value stream yang fokus di value adding process (Zulfikar & Rachman, 2020).

c. Waste Relationship Matrix (WRM)

WRM merupakan matrix yang digunakan untuk menganalisa kriteria pengukuran. Baris pada matrix menunjukkan efek suatu waste tertentu terhadap enam waste lainnya, sedangkan kolom pada matrix menunjukkan waste yang dipengaruhi oleh waste lainnya (Rahman, et al., 2020).

d. Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

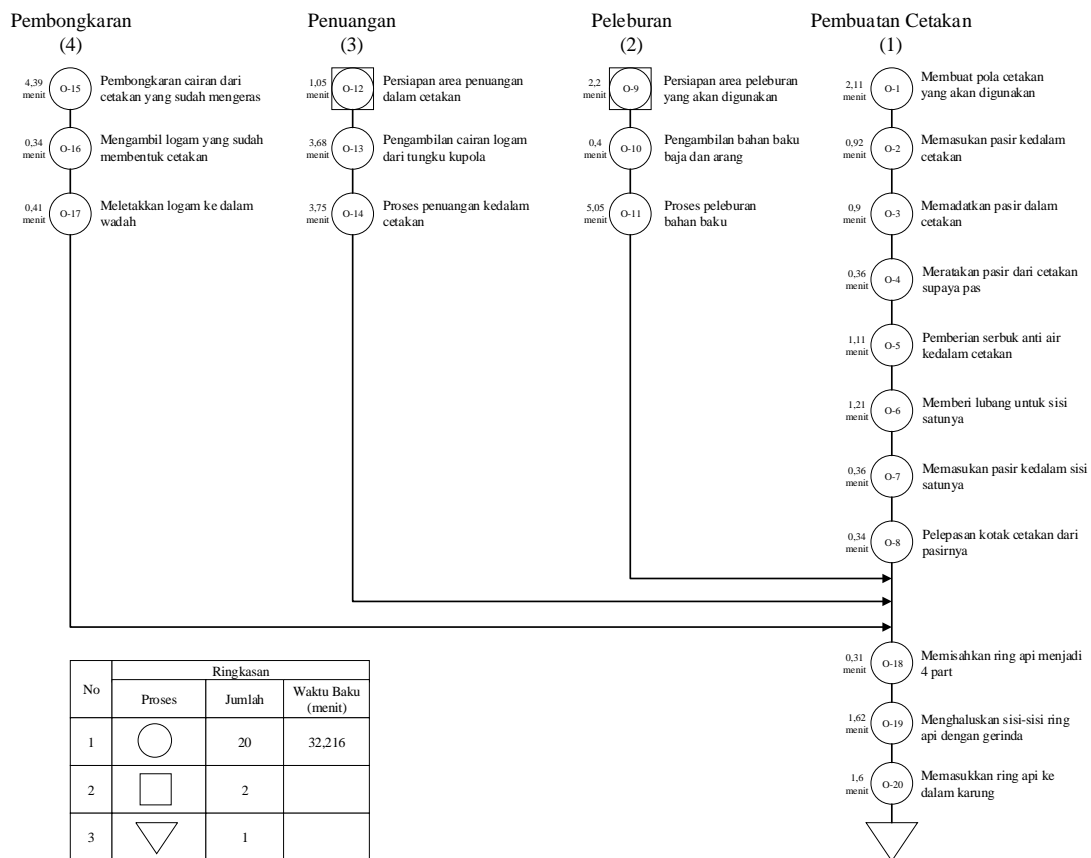
WAQ merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan waste yang terjadi pada rantai produksi (Rahman, et al., 2020).

e. Process Activity Mapping (PAM)

PAM merupakan tools untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail untuk mengeliminasi waste, ketidak konsistenan dan kerasionalan ditempat kerja sehingga tujuan meningkatkan kualitas produk dan memudahkan layanan, mempercepat proses dan mereduksi biaya diharapkan dapat terwujud (Lestari & Susandi, 2019).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Produksi



Gambar 1. Operation Process Chart (OPC) Pembuatan Ring Api

3.2 Waktu Proses Produksi

Tabel 1. Waktu Proses Produksi Ring Api

Stasiun Kerja	Proses	No	Aktivitas	Kode	Waktu Aktivitas (menit)				
					1	2	3	4	5
1	Pembuatan Cetakan Basah	1	Membuat Pola Cetakan	A.1	2,1	1,93	2,5	2	2,03
		2	Memasukkan Pasir Kedalam Cetakan	A.2	0,8	1,03	1,02	0,79	0,96
		3	Memadatkan Pasir	A.3	1,05	1,4	0,94	1,18	1
		4	Meratakan Pasir	A.4	0,25	0,32	0,41	0,36	0,46
		5	Pemberian Serbuk Anti Air	A.5	0,4	0,28	0,3	0,3	0,38

Stasiun Kerja	Proses	No	Aktivitas	Kode	Waktu Aktivitas (menit)				
					1	2	3	4	5
2	Peleburan	6	Memberi Lubang	A.6	0,38	0,5	0,49	0,41	0,56
		7	Memasukkan Pasir Ke Sisi Satunya	A.7	2,1	2,75	2,37	2,33	2,42
		8	Pelepasan Kotak Cetakan	A.8	1,4	1,48	1,23	1,6	1,99
		9	Persiapan Area Peleburan	B.1	2,19	2,07	2,12	2,31	2,35
		10	Pengambilan Bahan Baku	B.2	0,39	0,5	0,51	0,56	0,49
3	Penuangan	11	Proses Peleburan	B.3	5,22	5,01	4,92	5,13	5,01
		12	Persiapan Area Penuangan	C.1	1,11	1,01	0,92	1,2	1,01
		13	Pengambilan Cairan Logam	C.2	3,49	3,71	3,42	3,91	3,89
4	Pembongkaran	14	Proses Penuangan	C.3	3,48	3,95	3,94	3,65	3,76
		15	Pembongkaran Cetakan	D.1	4,11	4,34	4,72	4,38	4,4
		16	Mengambil Logam Yang Sudah Membentuk Cetakan	D.2	0,25	0,33	0,4	0,4	0,36
		17	Meletakkan Logam Ke Wadah	D.3	0,38	0,44	0,41	0,6	0,23
5	Finishing	18	Memisahkan Ring Api	E.1	0,24	0,36	0,32	0,33	0,34
		19	Menghaluskan Sisi-Sisi Ring Api Dengan Gerinda	E.2	1,36	1,49	1,29	1,96	2,04
		20	Memasukkan Ring Api Ke Dalam Karung	E.3	3,02	3,33	3,34	3,03	2,7

3.3 Uji kecukupan data

Data yang telah didapatkan perlu dilakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data pengamatan yang diambil sudah cukup atau belum untuk mewakili populasinya. Pada penelitian ini menggunakan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Rumus perhitungan dari uji kecukupan data yaitu sebagai berikut.

$$N' = \left[k/s \frac{\sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]$$

hasil dari perhitungan uji kecukupan data yang dilakukan terhadap waktu proses produksi yang telah dilakukan dapat dilihat dibawah ini.

$$N' = \left[k/s \frac{\sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]$$

$$N' = \left[2/5\% \frac{\sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]$$

$$N' = \left[40 \frac{\sqrt{5(6365,52) - (31801,58)^2}}{178,33} \right]$$

$N' = 1,31$ (keseluruhan proses)

$N = 5$

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Uji Kecukupan Data

No	Proses	N	N'	Keterangan
1	Proses Pembuatan Cetakan	5	4,37	Data Cukup
2	Proses Peleburan	5	0,76	Data Cukup
3	Proses Penuangan	5	1,53	Data Cukup
4	Proses Pembongkaran	5	4,73	Data Cukup
5	Proses Finishing	5	3,58	Data Cukup

Dari hasil pengujian uji kecukupan waktu proses produksi ring api didapatkan hasil bahwa data seluruh aktivitas produksi yang diuji nilainya berada dibawah 5 sehingga data dikatakan data cukup.

3.4 Uji Keseragaman Data

Setelah dilakukan uji kecukupan data langkah berikutnya yaitu melakukan uji keseragaman data dengan melihat peta kontrol yang diolah menggunakan *software* Microsoft Excel. Pada penelitian ini menggunakan tingkatan ketelitian sebesar 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95% untuk menentukan nilai BKA (batasan kontrol atas) dan BKB (batas kontrol bawah). Untuk menghitung uji keseragaman data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$d = \frac{1}{N} \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}; \bar{x} = \frac{(\sum xi)}{N}; BKA = \bar{x} + 2\sigma; BKB = \bar{x} - 2\sigma$$

Rekapitulasi dari perhitungan uji keseragaman data yang dilakukan terhadap waktu proses produksi yang telah dilakukan dapat dilihat dibawah ini.

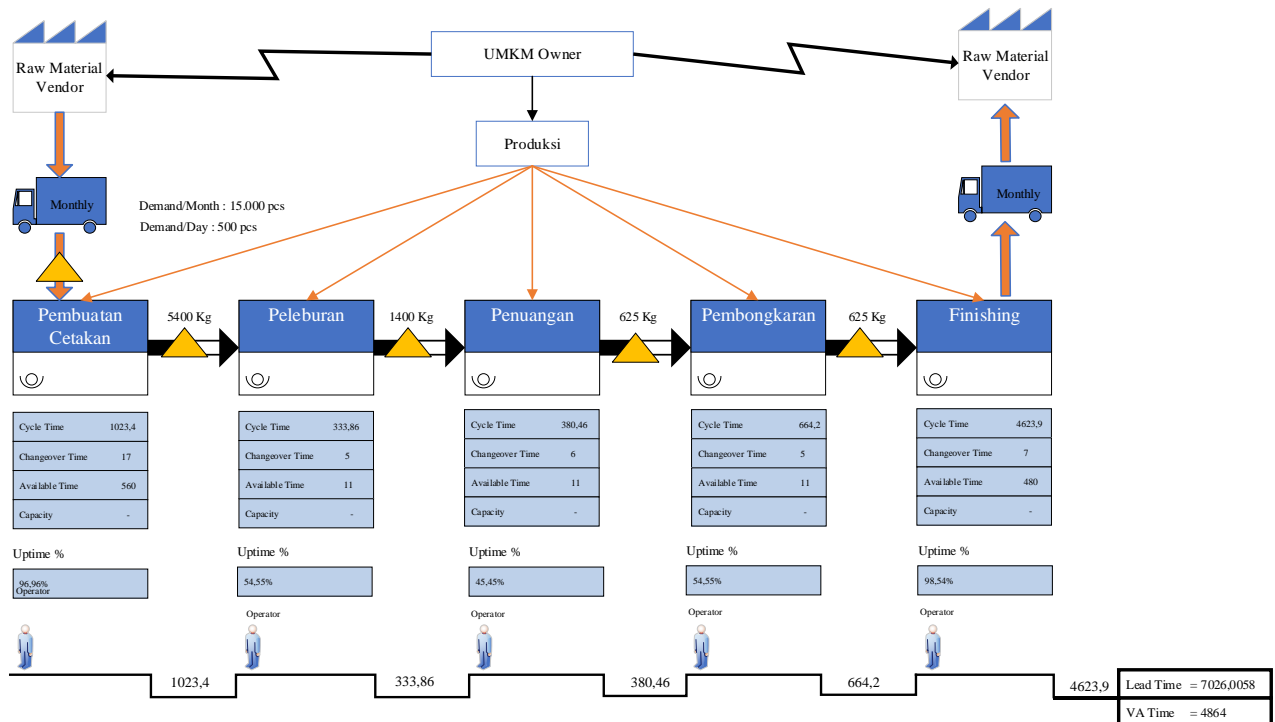
Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Uji Keseragaman Data

No	Proses	BKA	BKB	Rata-rata	keterangan
1	Pembuatan cetakan	10,860	7,619	9,24	Data Seragam
2	Peleburan	8,324	7,187	7,76	Data Seragam
3	Penuangan	9,372	7,607	8,49	Data Seragam
4	Pembongkaran	6,089	4,210	5,15	Data Seragam
5	Finishing	5,828	4,231	5,03	Data Seragam

Dari hasil pengujian uji keseragaman waktu proses produksi ring api didapatkan hasil bahwa data seluruh aktivitas produksi yang diuji berada diantara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sehingga data dikatakan seragam. Sehingga data tersebut dapat digunakan dalam pemetaan Value stream mapping.

3.5 Penyusunan *Current Value Stream Mapping*

Langkah awal dalam mengidentifikasi *waste* yaitu membuat *Current State Map* yang dapat memberikan gambaran umum mengenai aliran material dan informasi selama proses produksi.



Gambar 2. Current Value Stream Mapping

$$\begin{aligned}
 \text{Process Cycle Efficiency} &= \frac{\text{Value Added}}{\text{Lead Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{4864}{7026,0058} \% \\
 &= 69 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari CVSM didapatkan nilai *value added* sebesar 4864 menit dan *lead time* sebesar 7026,0058 menit sehingga didapatkan nilai PCE sebesar 69 %, semakin tinggi persentase nilai PCE maka semakin efisien berjalannya proses produksi.

3.6 Waste Relationship Matrix

WRM merupakan matrix yang terdiri dari baris dan kolom, setiap baris menunjukkan pengaruh suatu *waste* terhadap 6 *waste* lainnya, sedangkan setiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya.

1. Pembobotan didapatkan dari jawaban responden, dengan tujuan mengetahui hubungan antar *waste* yang terjadi mulai dari absolutely necessary hingga unimportant.

Tabel 4. Pembobotan Jawaban Kuseioner Waste Relationship Matrix

F/T	WASTE						
	O	I	D	M	T	P	W
O	10	17	6,5	9	11,5	0	12,5
I	7	10	6	3	12	0	0
D	5	10,5	10	6,5	4	0	6
M	0	2,5	8	10	0	9,5	17,5
T	6	6	8,5	12,5	10	0	11,5
P	7,5	9	13,5	15	0	10	7,5
W	5	3	3	0	0	0	10

2. Dari jawaban tersebut kemudian akan diolah dan dikonversikan menjadi simbol kekuatan hubungan.

Tabel 5. Simbol Konversi WRM

Range	Jenis Hubungan	Symbol	Value
17-20	Absolutely Necessary	A	10
13-16	Especially Important	E	8
9-12	Important	I	6
5-8	Ordinary Closeness	O	4
1-4	Unimportant	U	2
0	No Relation	X	0

Tabel 6. Hasil Konversi Nilai Huruf dari WRM

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

3. Selanjutnya simbol akan dikonversikan ke dalam angka dengan acuan simbol A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2 dan X = 0. Adapun hasil konversi waste relationship matrix kedalam angka dapat dilihat pada tabel 4.22 di bawah ini.

Tabel 7. Waste Matrix Value

F/T	WASTE							Skor	(%)
	O	I	D	M	T	P	W		
O	10	10	4	6	6	0	6	42	19%
I	4	10	4	2	6	0	0	26	12%
D	4	6	10	4	2	0	4	30	14%
M	0	2	4	10	0	6	10	32	14%
T	4	4	6	6	10	0	6	36	16%
P	4	6	8	8	0	10	4	40	18%
W	2	2	2	0	0	0	10	16	7%
Skor	28	40	38	36	24	16	40	222	100%
(%)	13%	18%	17%	16%	11%	7%	18%		100%

Berdasarkan hasil perhitungan kuesioner *Waste Relationship Matrix* yang telah dilakukan, didapatkan bahwa *waste from overproduction* memiliki persentase paling besar dari *waste* lain sebesar 19% yang berarti *waste* tersebut memiliki pengaruh paling besar terhadap pemborosan lain. Sedangkan pada kolom *to*, *waste to inventory* memiliki nilai persentase paling besar dari *waste* lain yaitu sebesar 18%. Hal ini mengindikasikan bahwa proses *waste inventory* merupakan *waste* paling banyak diakibatkan oleh *waste* lain.

3.7 Waste Assessment Questionnaire

Setelah melakukan perhitungan *Waste Relationship Matrix*, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Waste Assessment Questionnaire*. Tujuan dari WAQ ini yaitu untuk mengetahui peringkat *waste* yang paling dominan. Rumus yang digunakan untuk menghitung WAQ yaitu sebagai berikut.

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{F_j}{F_j}$$

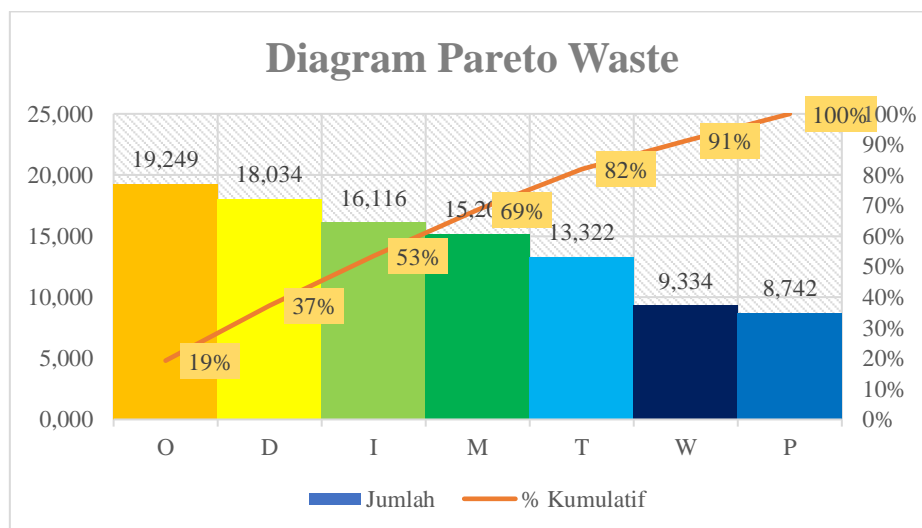
$$Y_{jFinal} = Y_j \times P_j$$

Tabel 8. hasil perhitungan waste assessment questionare

	O	I	D	M	T	P	W
Yj (Score)	0,4530	0,4289	0,43786	0,36526	0,42677	0,3780	0,40369
Pj Factor	0,0238	0,0211	0,02313	0,02337	0,01753	0,0129	0,01298
Yj Final	0,0108	0,0090	0,01012	0,00853	0,00748	0,0049	0,00524
Rank	1	3	2	4	5	7	6

Tabel 9. Peringkat Hasil Waste Assessment

Jenis Waste	Jumlah	Persentase	Persentase Kumulatif
O	19,249	19%	19%
D	18,034	18%	37%
I	16,116	16%	53%
M	15,202	15%	69%
T	13,322	13%	82%
W	9,334	9%	91%
P	8,742	9%	100%
Total	100	100%	



Gambar 3. Pareto Chart Seven Waste

Berdasarkan aturan diagram pareto 80/20, maka *waste* yang perlu diprioritaskan ada 5 yaitu *overproduction*, *defect*, *inventory*, *motion*, dan *transportation*. Berdasarkan *rank waste overproduction* memiliki persentase *waste* sebesar 19%, *defect* sebesar 18%, *inventory* sebesar 16%, *motion* sebesar 15%, dan *transportation* sebesar 13%. Sehingga *waste* tersebut dianalisis lebih lanjut dengan perbaikan.

3.8 Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) dilakukan untuk menggambarkan secara rinci keseluruhan kegiatan proses produksi. Dari hasil perhitungan PAM akan diketahui nilai *value added* (VA), *Non Value Added* (NVA), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA).

Tabel 10. *Process Activity Mapping*

No	Aktivitas	Jarak (meter)	Waktu (menit)	Jumlah Operator	Simbol Aktivitas					VA/ NVA/ NNVA
					O	T	I	S	D	
1	Mengambil Pola Yang Akan Digunakan Untuk Cetakan	0	3,25			X				NNVA
2	Meletakkan Pola Pada Cetakan	0	1,296		X					NNVA
3	Mengambil Pasir Menggunakan Sekop	2,25	12,94			X				NNVA
4	Mengarahkan Pasir Ke Dalam Cetakan	2,25	0,333						X	NNVA
5	Menaruh Sekop	0	6,234		X					NVA
6	Mengambil Alat Untuk Memadatkan Pasir	1,2	0,227			X				NNVA
7	Memadatkan Pasir Dalam Cetakan	0	720		X					NNVA
8	Meratakan Pasir Dalam Cetakan	0	0,881		X					NNVA
9	Mengambil Serbuk Anti Air Dengan Sekop	1,5	0,082	4		X				NVA
10	Menaburkan Serbuk Anti Air Ke Cetakan	0	63,4		X					NNVA
11	Mengambil Pipa Untuk Membuat Lubang	1,12	0,233			X				NVA
12	Memasukkan Pipa Ke Dalam Cetakan	0	10,55		X					NNVA
13	Memasukkan Pasir Ke Dalam Cetakan	0	52,71		X					NNVA
14	Memadatkan Pasir Dalam Cetakan	0	87,12		X					NNVA
15	Meratakan Pasir Dalam Cetakan	0	55,5		X					NNVA
16	Melepas Pipa Lubang	0	6,58		X					NVA
17	Melepas Cetakan	0	2,156					X		VA
18	Memastikan Tungku Kupola Sudah Siap Digunakan	5,2	5,75				X			NVA
19	Mengambil Bahan Baku	4,15	10,33			X				NVA
20	Mengarahkan Bahan Baku Ke Tungku	4,15	2,33	5					X	NNVA
21	Memasukkan Bahan Baku Ke Tungku	0	15,45		X					NNVA
22	Menunggu Proses Peleburan Selesai	0	300						X	NVA
23	Memastikan Cetakan Sidah Siap Digunakan	0	5,33				X			NVA
24	Mengambil Cintang Untuk Proses Penuangan	1,25	1,074			X				NNVA
25	Mengarahkan Cintang Ke Dalam Tungku	1,25	0,31						X	NNVA
26	Mengambil Cairan Dari Tungku Kupola	0	8,33	11	X					NNVA
27	Mengarahkan Cintang Ke Cetakan	10,5	5,33			X				NNVA
28	Menuangkan Cairan Logam Ke Cetakan	1	0,08		X					VA
29	Menunggu Cairan Logam Hingga Mengeras	0	360						X	NVA
30	Mengambil Tongkat Pengait	3,5	1,654	10		X				NNVA

No	Aktivitas	Jarak (meter)	Waktu (menit)	Jumlah Operator	Simbol Aktivitas					VA/ NVA/ NNVA
					O	T	I	S	D	
31	Mengarahkan Tongkat Ke Cetakan	3,5	0,3178						X	NNVA
32	Membongkar Cetakan	0	2,23		X					VA
33	Mengambil Hasil Cetakan Yang Sudah Jadi	0	360					X		VA
34	Meletakkan Ring Api Ke Dalam Wadah	5,3	300					X		NNVA
35	Mengambil Palu Untuk Memisahkan Ring Api	2,1	2,33			X				NNVA
36	Memisahkan Ring Api	0	1440		X					VA
37	Mengambil Gerinda	3,2	1,36			X				NNVA
38	Mengarahkan Gerinda Ke Ring Api	3,2	0,29	4					X	NNVA
39	Menghaluskan Ring Api	0	2880		X					VA
40	Memasukkan Ring Api Ke Dalam Karung	2,2	180,00						X	VA
41	Meletakkan Karung Ke Dalam Gudang	5,2	120						X	VA

Tabel 11. Waktu Total Kegiatan Kategori VA, NNVA, dan NVA

Operation	
VA	8 4864
NVA	9 695
NNVA	24 1347
TOTAL WAKTU (Menit)	6906
%VA	70,44%
%NVA	10,06%
%NNVA	19,5%

Dari tabel diatas didapatkan NVA sebesar 10,06%, NNVA sebesar 19,5%, VA sebesar 70,44%, berdasarkan hasil dari PAM, total waktu yang dibutuhkan untuk membuat 1 batch ring api adalah 6906 menit atau 4,7 hari.

4. Usulan Perbaikan

4.1 Identifikasi Penyebab Waste

Akar penyebab dari *waste* yang terjadi terhadap 5 *waste* yang dominan dari *overproduction*, *defect*, *inventory*, *motion*, dan *transportation* antara lain yaitu:

- Overproduction*, disebabkan karena tidak adanya peramalan produksi Selain itu *waste overproduction* karena penerapan sistem produksi *make to stock* sehingga proses produksi dilaksanakan terus menerus, namun keterbatasan ruang membuat kurang efisiennya penggunaan ruang penyimpanan.
- Defect*, terjadi karena beberapa faktor mulai dari para pekerja yang kurang teliti dan berhati-hati, contohnya pada saat pembuatan cetakan terdapat cetakan yang kurang sempurna, penuangan cairan logam yang tidak sesuai standar, dan juga saat pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya.
- Inventory*, tidak adanya ruangan khusus yang digunakan sebagai tempat untuk meletakkan bahan baku dan barang jadi. Selain itu juga banyaknya produk *work in process* (WIP) yaitu pada saat ring api di cetak namun tidak segera dilakukan pembongkaran.

- d. *Motion*, terjadi karena adanya peletakan barang yang tidak beraturan seperti cangkul, cunting, dan beberapa alat lainnya. Selain itu *layout* produksi yang kurang maksimal sehingga terdapat beberapa jarak stasiun kerja yang jauh yang mengakibatkan gerakan berlebih pada karyawan.
- e. *Transportation*, terjadi karena pemindahan ring api yang dilakukan berkali-kali yaitu pada proses pembongkaran dan *finishing*, selain itu yaitu terbatasnya jumlah *material handling*.

4.2 PAM Perbaikan

Tabel 12. PAM Perbaikan

No	Aktivitas	Jarak (meter)	Waktu (menit)	Jumlah Operator	Simbol Aktivitas					VA/ NVA/ NNVA
					O	T	I	S	D	
1	Mengambil pola yang akan digunakan untuk cetakan	0	3,25			X				NNVA
2	Meletakkan pola pada cetakan	0	1,296			X				NNVA
3	Mengambil pasir menggunakan sekop	2,25	12,94				X			NNVA
4	Mengarahkan pasir ke dalam cetakan	2,25	0,333						X	NNVA
5	Menaruh sekop	0	6,234			X				NVA
6	Memadatkan pasir dalam cetakan		720			X				NNVA
7	Mengambil serbuk anti air dengan sekop	0	0,087				X			NVA
8	Menaburkan serbuk anti air ke cetakan		63,4	4		X				NNVA
9	Mengambil pipa untuk membuat lubang	1,5	0,233				X			NVA
10	Memasukkan pipa ke dalam cetakan	0	10,55			X				NNVA
11	Memasukkan pasir ke dalam cetakan	1,12	52,71			X				NNVA
12	Memadatkan pasir dalam cetakan	0	87,12			X				NNVA
13	Meratakan pasir dalam cetakan	0	55,5			X				NNVA
14	Melepas pipa lubang	0	5,75			X				NVA
15	Melepas cetakan	0	2,156						X	VA
16	Memastikan tungku kupola sudah siap digunakan	5,2	5,57					X		NVA
17	Mengambil bahan baku	4,15	10,33				X			NVA
18	Mengarahkan bahan baku ke tungku	4,15	2,33	5					X	NNVA
19	Memasukkan bahan baku ke tungku	0	15,45			X				NNVA
20	Menunggu proses peleburan selesai	0	300						X	NVA
21	Memastikan cetakan sudah siap digunakan	0	5,33					X		NVA
22	Mengambil cunting untuk proses penuangan	1,25	1,074				X			NNVA
23	Mengarahkan cunting ke dalam tungku	1,25	0,31						X	NNVA
24	Mengambil cairan dari tungku kupola	0	8,33	11		X				NNVA
25	Mengarahkan cunting ke cetakan	10,5	5,33				X			NNVA
26	Menuangkan cairan logam ke cetakan	1	0,087			X				VA
27	Menunggu cairan logam hingga mengeras	0	180						X	NVA

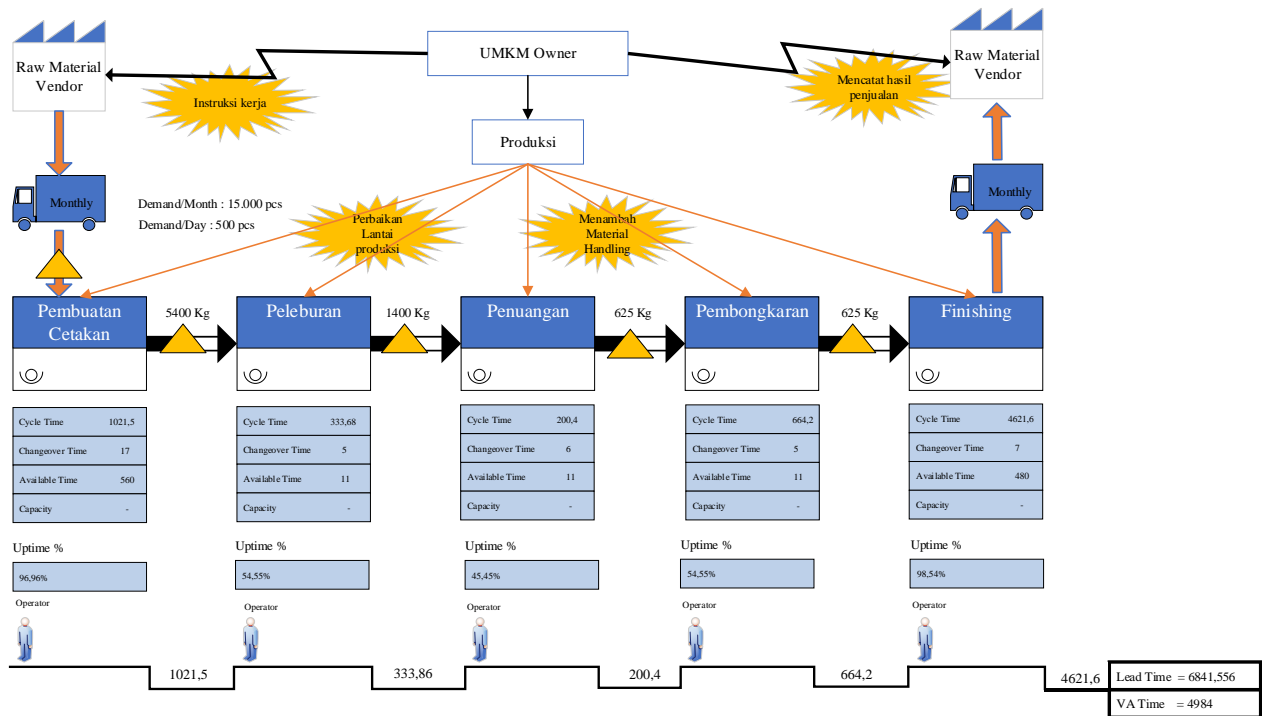
No	Aktivitas	Jarak (meter)	Waktu (menit)	Jumlah Operator	Simbol Aktivitas					VA/ NVA/ NNVA
					O	T	I	S	D	
28	Mengambil tongkat pengait	3,5	1,654			X				NNVA
29	Mengarahkan tongkat ke cetakan	3,5	0,3178						X	NNVA
30	Membongkar cetakan	0	2,23	10	X					VA
31	Mengambil hasil cetakan yang sudah jadi	0	360					X		VA
32	Meletakkan ring api ke dalam wadah	5,3	300					X		NNVA
33	Memisahkan ring api	0	1440		X					VA
34	Mengambil gerinda	3,2	1,36			X				NNVA
35	Mengarahkan gerinda ke ring api	3,2	0,29						X	NNVA
36	Menghaluskan ring api	0	2880	4	X					VA
37	Memasukkan ring api ke dalam karung	2,2	180,00					X		VA
38	Meletakkan karung ke dalam gudang	5,2	120					X		VA

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil

Operation	
VA	8 4984
NVA	9 514
NNVA	21 1344
TOTAL WAKTU (Menit)	6722
%VA	72,37%
%NVA	7,64%
%NNVA	19,99%

4.3 Penyusunan *Future State Mapping*

Setelah dilakukan penggambaran *Current Value Stream Mapping* dan juga identifikasi adanya pemborosan, dapat diketahui aktivitas-aktivitas yang perlu dilakukan *improvement* agar sistem produksi UKMM Enggal Jaya sesuai dengan konsep *lean manufacturing*.



Gambar 4. Future Value Stream Mapping

$$\begin{aligned}
 \text{Process Cycle Efficiency} &= \frac{\text{Value Added}}{\text{Lead Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{4984}{6841,556} \% \\
 &= 73 \%
 \end{aligned}$$

Pada FVSM didapatkan PCE sebesar 73% mengalami perubahan 4% dari CVSM dimana semakin tinggi persentase PCE maka dapat dikatakan bahwa proses berjalan semakin efisien.

Tabel 14. Perbandingan Kondisi Awal Dengan Usulan Perbaikan

Indikator	Kondisi Awal	Usulan Perbaikan
PCE (%)	69%	73%
VA (menit)	4864	4984
NVA (menit)	695	514
NNVA (menit)	1347	1344

4.4 Rekomendasi Perbaikan

Waste yang diprioritaskan yaitu *overproduction*, *defect*, *inventory*, *motion*, dan *transportation* Dengan rekomendasi perbaikan sebagai berikut:

1. Melakukan pembukuan terhadap segala aktivitas yang ada di UMKM Enggal Jaya mulai dari jumlah pesanan, jumlah barang yang di produksi, data penjualan, data pemasukan, dan data pemberian upah karyawan.
2. Pembuatan SOP proses produksi supaya karyawan memiliki pedoman yang digunakan dalam setiap proses produksi.
3. Beralih ke penggunaan mesin dan penambahan *material handling*, sehingga proses produksi *manual* dapat dikurangi.
4. Menyediakan tempat khusus untuk menempatkan bahan baku dan barang jadi yang cukup sesuai dengan kapasitas produksi tiap bulan.

5. Melakukan tata letak ulang *layout* proses produksi agar kegiatan yang memerlukan tempat dapat disesuaikan kebutuhannya.
6. Perbaiki rantai produksi dan pelebaran jalan *material handling* dengan melakukan pengecoran semen supaya permukaan rata sehingga memudahkan penggunaan *material handling*.
7. Pengadaan penambahan *material handling* berupa gerobak dorong atau *hand truck*. Dengan alat ini maka perpindahan material dan beban pekerja saat memindahkan produk ring api dapat berkurang.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis CVSM didapatkan nilai VA sebesar 4864 menit, *lead time* sebesar 7026,0058 menit dan PCE sebesar 69% sedangkan pada analisis FVSM didapatkan VA sebesar 4984 menit, *lead time* sebesar 6841,556 menit, dan PCE sebesar 73%.
2. Berdasarkan hasil identifikasi *waste* menggunakan WRM dapat diketahui bahwa *waste form overproduction* memiliki nilai persentase paling besar dan dominan dengan nilai persentase sebesar 19% yang berarti *waste* tersebut mempunyai pengaruh paling besar terhadap pemborosan lain. Sedangkan nilai *waste to inventory* memiliki nilai persentase paling besar dengan nilai 18%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa jenis *waste inventory* merupakan *waste* paling banyak diakibatkan oleh *waste* lain. Berdasarkan hasil perhitungan *waste* menggunakan WAQ didapatkan 5 jenis *waste* paling dominan yang terjadi di UMKM Enggal Jaya, yaitu *waste overproduction* 19,2%, *waste defect* 18%, *waste inventory* 16,1%, *waste motion* 15,2%, dan *waste transportation* 13,3%.
3. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan pada UMKM yaitu melakukan pencatatan atau pembukuan sederhana setiap kegiatan, pembuatan SOP produksi, melakukan desain ulang tata letak agar memudahkan mobilisasi *material handling*, mengurangi WIP, beralih ke penggunaan mesin semi otomatis, pengadaan penambahan *material handling* berupa gerobak sorong atau *hand truck* dan menetapkan penjadwalan produksi serta peramalan permintaan konsumen supaya menghindari *overproduction*.

6. Daftar Pustaka

- Lestari, K. & Susandi, D., 2019. Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di rantai produksi PT. XYZ. *IRWNS*, 10(1), pp. 567-575.
- Rahman, N. M., Prabaswari, A. D. & S. N., 2020. Identifikasi Waste Pada Lini Produksi 220ml Dan 330ml Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Pada Perusahaan Xyz. *IENACO (Industrial Engineering National Conference)*, Volume 8.
- Tambunan, R. A., Handayani, N. U. & Puspitasari, D., 2018. Penerapan Lean Manufacturing menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk Identifikasi Waste & Performance Improvement Pada UKM "Shoes and Care". *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4), pp. 1-12.
- Zulfikar, A. M. & Rachman, T., 2020. Penerapan Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping untuk Identifikasi dan Minimasi 7 Waste pada Proses Produksi Sepatu X di PT. PAI. *Jurnal Inovisi*, 16(1), pp. 13-24.