

MINIMASI WASTE PADA AKTIVITAS PROSES PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING (STUDI KASUS: UKM GARMEN X)

Kevin¹⁾, Mohammad Agung Saryatmo²⁾, Andres³⁾

Program Studi Sarjana Teknik Industri, Universitas Tarumanagara
e-mail: kevin.545190048@stu.untar.ac.id

ABSTRAK

UKM Garmen X telah beroperasi selama lebih dari 30 tahun dengan melakukan proses produksi dari kain lembaran menjadi pakaian jadi. UKM X yang bergerak di bidang industri manufaktur garmen telah memiliki banyak customer loyal yang mempercayakan produksi pakaian mereka dengan beberapa jenis model kepada UKM X. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan terhadap pemilik dan pekerja di UKM X, diperoleh informasi bahwa dalam proses produksi yang dilakukan dengan sistem make to order sering mengalami keterlambatan dalam proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan lean manufacturing untuk meminimasi pemborosan yang terjadi dan memaksimalkan waktu produksi. Penerapan lean manufacturing dilakukan dengan pembuatan current value stream mapping, identifikasi waste menggunakan waste relationship matrix (WRM) dan waste assessment questionnaire (WAQ). Setelah hasil diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan tools dengan menggunakan metode VALSAT. Berdasarkan hasil oleh data, didapatkan 3 skor pemborosan tertinggi yaitu motion (19.89%), defect (19.22%), dan waiting (16.89%). Selanjutnya hasil skor rata-rata dikalikan dengan faktor pengali detail mapping dan didapatkan tool dominannya adalah process activity mapping (PAM) sebesar 542.23. Kemudian dilakukan analisis mengenai penyebab masalah menggunakan fishbone diagram dan five whys analysis. Perbaikan dilakukan dengan penerapan 5S, standar operasional prosedur, pembuatan instruksi setting mesin, dan pemeriksaan dadakan. Hasil menunjukkan peningkatan process cycle efficiency sebesar 13.14%.

Kata kunci: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Waste, Process Activity Mapping

ABSTRACT

SME Garmen X has been operating for more than 30 years by carrying out the production process from sheet fabric to finished clothes. SME X which is engaged in the garment manufacturing industry already has many loyal customers who entrust their clothing production with several types of models to SME X. Based on the results of observations and interviews conducted with owners and workers at SME X, information was obtained that the production process with the make to order system often experiences delays in the production process. Therefore, a lean manufacturing approach is needed to minimize waste and maximize production time. The application of lean manufacturing is carried out by making current value stream mapping, and identifying waste using the waste relationship matrix (WRM) and waste assessment questionnaire (WAQ). After the results are obtained, the next step is to select tools using the VALSAT method. Based on the results of the data, the 3 highest wastage scores were obtained, namely motion (19.89%), defect (19.22%), and waiting (16.89%). Furthermore, the results of the average score were multiplied by the detail mapping multiplier factor and the dominant tool was obtained, namely process activity mapping (PAM) of 542.23. Then analyze the causes of the problem using a fishbone diagram and five whys analysis. Improvements were made by implementing 5S, standard operating procedures, making machine setting instructions, and surprise inspections. The results show an increase in process cycle efficiency of 13.14%.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Waste, Process Activity Mapping

PENDAHULUAN

Salah satu Usaha Kecil Menengah (UKM) Garmen X yang telah beroperasi selama lebih dari 30 tahun dengan melakukan proses produksi kain lembaran menjadi pakaian jadi. Alur proses produksi dari UKM X dimulai dengan proses pemotongan berdasarkan pola (*cutting*), proses sewing (penjahitan kain yang sudah dipotong menjadi satu), proses pemasangan karet lengan (menggunakan mesin karet kaki), proses pemasangan kancing, proses pemeriksaan (inspeksi), proses penggosokan pakaian, dan proses *packing* sebelum dikirim kepada konsumen. Permasalahan yang terjadi pada UKM X ini adalah tidak tercapainya target

produksi yang menyebabkan UKM X menggunakan jasa dari UKM lain untuk mencapai target, sehingga dapat dianalisis pemborosan yang ada di UKM X.

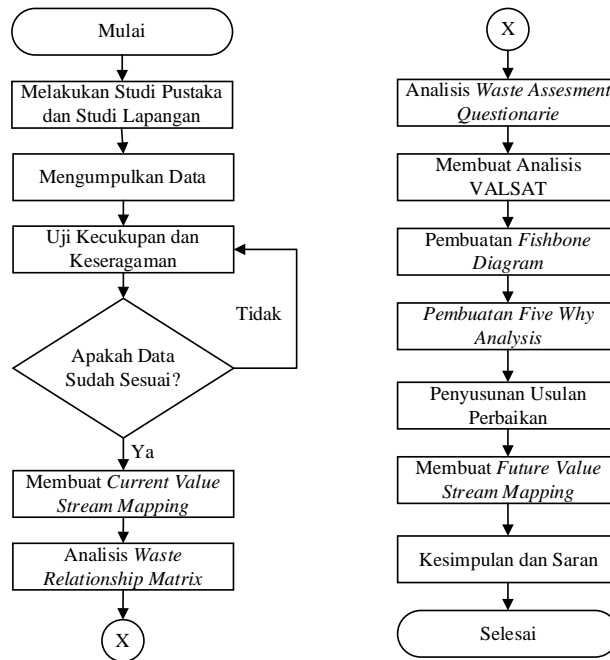
Berkaitan dengan permasalahan yang ada, maka dilakukan pendekatan menggunakan *lean manufacturing*. *Lean* adalah konsep operasional yang difokuskan pada identifikasi untuk menghilangkan pemborosan yang terjadi dalam suatu aktivitas. *Lean* dapat digunakan untuk mengidentifikasi serta meminimalkan pemborosan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah [1]. Pemborosan sendiri didefinisikan sebagai segala bentuk aktivitas pemakaian sumber daya (*resources*) yang tidak memberikan nilai tambah (*value added*) sama sekali kepada produk [2]. Terdapat 7 jenis pemborosan yaitu *over production* (O), *waiting* (W), *transportasi* (T), *process* (P), *inventory* (I), *motion* (M), dan *defect* (D) [3]. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengumpulan data waktu pada alur produksi yang kemudian dilakukan pengujian kecukupan data untuk memastikan secara obyektif bahwa data yang dikumpulkan telah cukup [4]. Pengujian kedua adalah keseragaman data untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama [5].

Tools yang digunakan dalam penelitian ini adalah *value stream mapping* yang berfungsi untuk mengidentifikasi aliran material dan informasi pada proses produksi dari bahan mentah menjadi produk jadi dan terdiri dari 2 yaitu *current state map* dan *future state map* [6]. Konsep ini menggunakan kuesioner yang terbagi menjadi 2 yaitu *waste relationship matrix* yang merupakan metode untuk memberikan bobot terhadap *seven waste relationship* dengan keseluruhan hubungan berjumlah 31 hubungan [7]. Dalam WRM, terdapat konversi hasil hubungan ke dalam bentuk simbol dengan ketentuan yaitu 0 = X, 1-4 = U, 5-8 = O, 9-12 = I, 13-16 = E, dan 17-20 = A. Kuesioner kedua adalah *waste assessment questionnaire* yang setiap pertanyaan merupakan representasi dari aktivitas, kondisi, dan perilaku yang terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda [8].

Setelah kedua kuesioner diolah, kemudian dilanjutkan dengan *tools* VALSAT untuk melakukan pembobotan *waste*. VALSAT terdiri dari 7 alat yaitu *process activity mapping* (PAM), *supply chain response matrix* (SCRM), *production variety funnel* (PVF), *quality filter mapping* (QFM), *demand amplification mapping* (DAM), *decision point analysis* (DPA), dan *physical structure* (PS). Hanya alat dominan yang akan digunakan penulis dalam penelitian ini. Penyebab akar masalah akan dijelaskan menggunakan *fishbone diagram* untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang dipelajari [9]. Penyebab akar masalah akan diperkuat menggunakan *five whys analysis* dengan mengulang kembali pertanyaan “Mengapa?” sebanyak 5 kali untuk setiap jawaban yang dilontarkan narasumber hingga menemukan jawaban yang dapat menyelesaikan permasalahan secara efektif [10]. Dengan memanfaatkan semua *tools* yang ada, peneliti bertujuan untuk mencari jenis *waste* tertinggi dan akar masalah yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi guna memaksimalkan proses produksi dengan mengurangi atau menghilangkan pemborosan melalui usulan perbaikan yang dapat diimplementasikan oleh UKM X.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada UKM X dengan mengumpulkan data baik data primer maupun data sekunder. Sumber data primer meliputi aliran proses produksi dan waktu proses produksi yang berasal dari pengamatan penulis secara langsung di UKM X, sedangkan data sekunder meliputi data historis produksi dalam 6 bulan terakhir dan data sekunder lain yang didapatkan dari penelitian sebelumnya baik buku, jurnal, artikel dan lainnya. Metode penelitian digambarkan dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

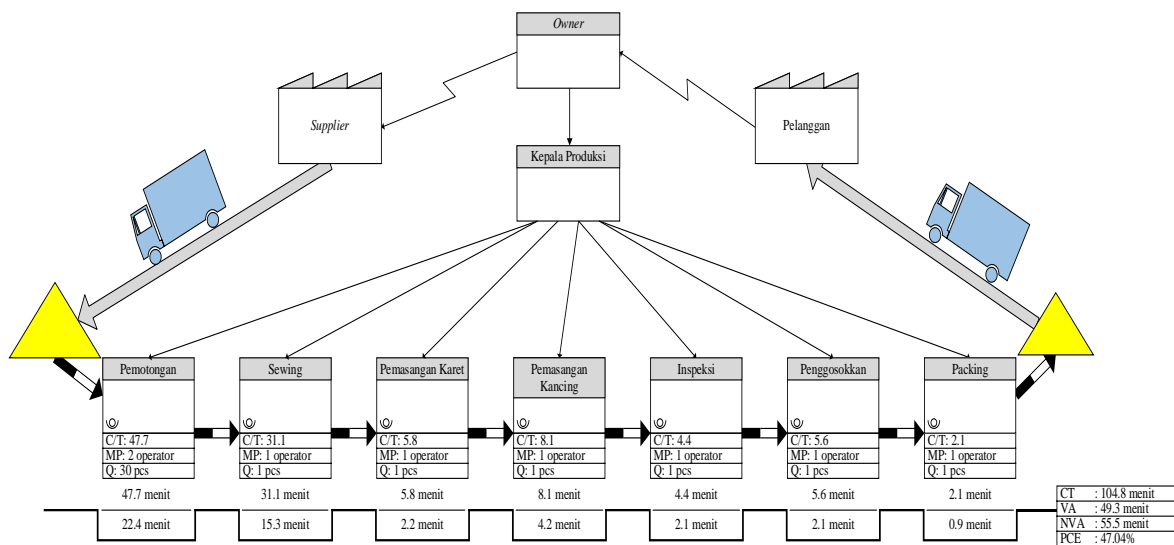
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecukupan Data dan Keseragaman Data

Data waktu proses produksi dari setiap aktivitas yang telah dikumpulkan, kemudian diuji menggunakan uji kecukupan data dengan tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% atau sama dengan 2 dan tingkat ketelitian yang digunakan adalah 5%. Semua data waktu proses produksi yang diuji dinyatakan cukup karena nilai $N' < N$. Data yang telah cukup kemudian diuji menggunakan keseragaman data. Hasil pengujian menyatakan bahwa seluruh data seragam karena data tidak melewati batas atas kendali maupun batas bawah kendali.

Current Value Stream Mapping

Data hasil pengujian yang digunakan dalam pembuatan *current value stream mapping* adalah nilai rata-rata atau waktu siklus dari 10 percobaan yang ada. Gambar 2 adalah gambaran aliran informasi dan material yang divisualisasikan menggunakan *current value stream mapping*.



Gambar 2. Current Value Stream Mapping

Berdasarkan *current value stream mapping*, dapat diketahui bahwa proses produksi kemeja di UKM X melalui 7 tahapan mulai dari pemotongan dengan waktu 47,7 menit sampai dengan *packing* dengan waktu 2,1 menit. Keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk dalam produksi adalah 104,8 menit.

Waste Relationship Matrix (WRM)

Dilakukan penyebaran kuesioner pertama kepada kepala produksi UKM X untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar *waste* yang terjadi. Tabel 1 adalah hasil jawaban kuesioner keterkaitan antar *waste*.

Tabel 1. Tabulasi Keterkaitan Antar Waste

No.	Hubungan	Total Skor	Relationship	No.	Hubungan	Total Skor	Relationship
1.	O_I	6	O	16.	M_D	18	A
2.	O_D	7	O	17.	M_P	8	O
3.	O_M	13	E	18.	M_W	19	A
4.	O_T	11	I	19.	T_O	4	U
5.	O_W	12	I	20.	T_I	8	O
6.	I_O	5	O	21.	T_D	2	U
7.	I_D	6	O	22.	T_M	11	I
8.	I_M	12	I	23.	T_W	11	I
9.	I_T	5	O	24.	P_O	3	U
10.	D_O	9	I	25.	P_I	8	O
11.	D_I	8	O	26.	P_D	9	I
12.	D_M	14	E	27.	P_M	8	O
13.	D_T	7	O	28.	P_W	20	A
14.	D_W	8	O	29.	W_O	11	I
15.	M_I	14	E	30.	W_I	10	I
				31.	W_D	14	E

Dari hasil jawaban kuesioner, kemudian dimasukkan ke dalam *waste relationship matrix value* dengan mengkonversikan simbol WRM ke dalam bobot angka yang sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu: A=10 ; E = 8 ; I = 6 ; O=4 ; U=2 dan X=0.

Tabel 2. Perhitungan Skor dan Persentase Waste

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	4	4	8	6	0	6	38	15,83
I	4	10	4	6	4	0	0	28	11,67
D	6	4	10	8	4	0	4	36	15,00
M	0	8	10	10	0	4	10	42	17,50
T	2	4	2	6	10	0	6	30	12,50
P	2	4	6	4	0	10	10	36	15,00
W	6	6	8	0	0	0	10	30	12,50
Skor	30	40	44	42	24	14	46	240	100
%	12,50	16,67	18,33	17,50	10,00	5,83	19,17	100	

Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Setelah kuesioner WRM, selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner kedua yaitu WAQ kepada kepala produksi. Kuesioner ini terdiri dari 2 jenis pertanyaan yaitu *from* dan *to*. Pertanyaan *from* digunakan pada *waste* yang dapat menghasilkan *waste* lainnya, sedangkan pertanyaan *to* digunakan pada *waste* yang dihasilkan oleh *waste* lainnya. Setiap pertanyaan WAQ terdiri dari 3 buah jawaban dengan bobot jawaban ya = 1, sedang = 0.5, dan tidak = 0. Tabel 3 adalah rekapitulasi perhitungan berdasarkan WAQ.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Berdasarkan WAQ

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0,40	0,35	0,36	0,33	0,42	0,29	0,36
Skor (Pj)	197,92	194,44	275,00	306,25	125,00	87,50	239,58
Skor (Yj final)	79,78	68,58	98,94	102,36	52,25	25,81	86,93
Final Result (%)	15,50	13,32	19,22	19,89	10,15	5,02	16,89
Ranking	4	5	2	1	6	7	3

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan WAQ, dapat diketahui bahwa pemborosan terbesar yang terjadi di UKM X disebabkan oleh *motion* dengan persentase 19,89%, pemborosan terbesar kedua yaitu *defect* dengan persentase 19,22%, dan pemborosan terbesar ketiga adalah *waiting* dengan presentase sebesar 16,89%.

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah mendapatkan hasil identifikasi *waste*, langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan *detail mapping tools* menggunakan *value stream analysis tools* (VALSAT). Tabel 4 merupakan hasil perhitungan ranking *tools* VALSAT.

Tabel 4. *Ranking Tools* VALSAT

Waste	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	15,50	15,50	46,51	0,00	15,50	46,51	46,51	0,00
I	13,32	39,97	119,92	39,97	0,00	119,92	39,97	13,32
D	19,22	19,22	0,00	0,00	173,02	0,00	0,00	0,00
M	19,89	179,00	19,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T	10,15	91,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,15
P	5,02	45,14	0,00	15,05	45,14	0,00	5,02	0,00
W	16,89	152,02	152,02	16,89	0,00	50,67	50,67	0,00
TOTAL		542,23	338,34	71,91	233,66	217,10	142,17	23,48
Ranking		1	2	6	3	4	5	7

Berdasarkan perhitungan bobot VALSAT, dapat diketahui bahwa *tools* dengan nilai tertinggi adalah *process activity mapping* (PAM) sebesar 542,23. Sehingga *tool* yang digunakan adalah *process activiy mapping* yang berguna untuk mengetahui proporsi kegiatan yang masuk ke dalam *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but non value added* (NNVA). Adapun pengklasifikasian aktivitas ke dalam kategori *operation* (O), *transport* (T), *inspection* (I), *delay* (D), dan *storage* (S).

Berdasarkan *tool* PAM, diketahui jumlah aktivitas operasi sebanyak 13 dengan waktu 77,4 menit, aktivitas transportasi sebanyak 7 dengan waktu 14,9 menit, aktivitas inspeksi sebanyak 1 dengan waktu 2,1 menit, aktivitas *delay* sebanyak 2 dengan waktu 9,5 menit, dan terakhir aktivitas *storage* sebanyak 1 dengan waktu 0,9 menit.

Selanjutnya dilakukan pengelompokkan *process activiy mapping* berdasarkan kategori yang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

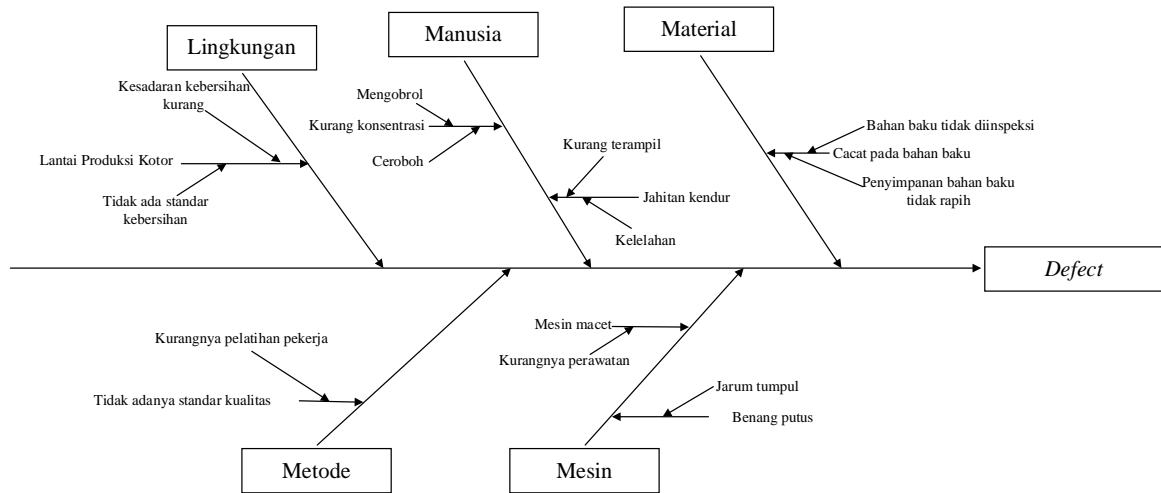
Tabel 5. *Total Process Activity Mapping* Berdasarkan Kategori

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Value Added</i>	7	49,3	47,04
<i>Non Value Added</i>	4	14,3	13,65
<i>Necessary but Not Value Added</i>	13	41,2	39,31
Total	24	104,8	100

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh persentase aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk atau yang disebut dengan *process cycle efficiency* sebesar 47.04% dengan waktu selama 49.3 menit. *Process cycle efficiency* dapat ditingkatkan dengan meminimasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah seperti NNVA maupun NVA yang diakibatkan oleh pemborosan *motion defect*, dan *waiting* sesuai hasil WRM dan WAQ.

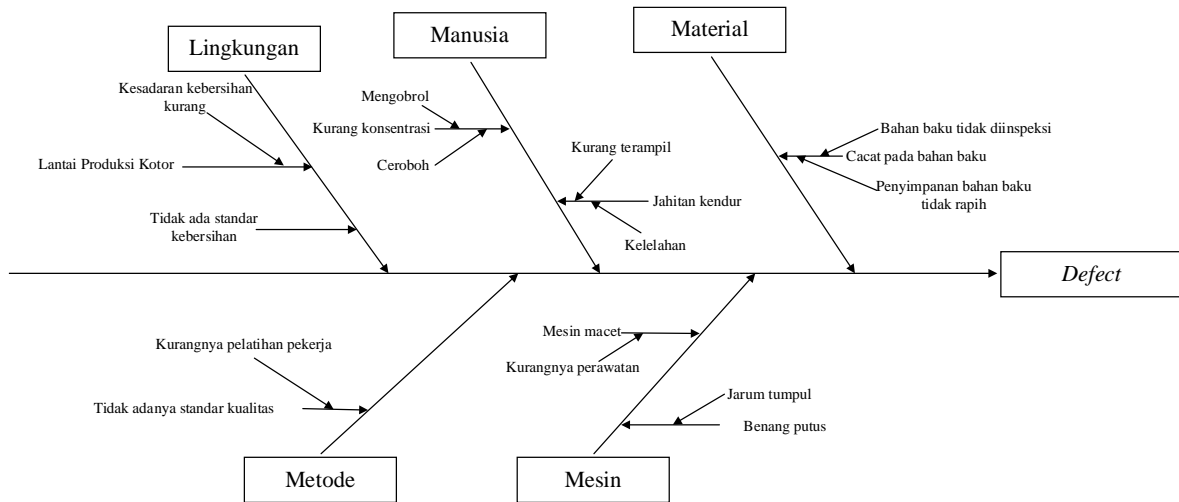
Fishbone Diagram

Fishbone diagram digunakan untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya pemborosan pada lini produksi di UKM X. Terdapat 2 jenis pemborosan tertinggi yaitu *defect* dan *motion*. Analisis *fishbone diagram motion* dapat dilihat pada Gambar 3.



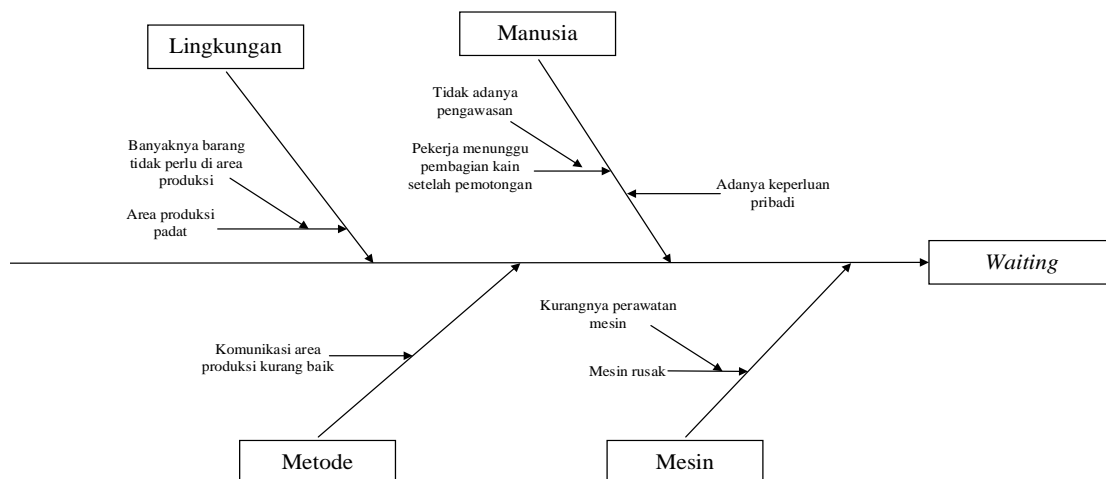
Gambar 3. Fishbone Diagram Motion

Berikut ini adalah analisis *fishbone diagram* untuk *waste defect* yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fishbone Diagram Defect

Berikut ini adalah analisis *fishbone diagram* untuk *waste waiting* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Fishbone Diagram Waiting

Five-Whys Analysis

Five Whys analysis merupakan metode yang digunakan untuk mencari cara bagaimana memberikan solusi untuk sebuah permasalahan. Tabel 6 adalah tabel analisis untuk waste motion.

Tabel 6. Five Whys Analysis Waste Motion

Kategori	Why	Why	Why	Why	Why
Lingkungan	Lantai produksi tidak rapih	Kesadaran kebersihan kurang	Tidak adanya standar kebersihan	-	-
	Area produksi padat	Area produksi kurang luas	Banyaknya sampah sisa kain	Penempatan keranjang berantakan	-
Manusia	Adanya gerakan mencari	Penempatan alat jahit tidak pada tempatnya	Kurangnya pengawasan terhadap pekerja	Kurangnya kesadaran pekerja	Belum ada penerapan 5s
	Adanya gerakan tidak perlu	Kurang disiplin	Tidak adanya SOP	Pengawasan kurang	-
Material	Penyimpanan bahan baku tidak rapih	Tidak adanya penandaan bahan baku	Penyimpanan bahan baku berdekatan dengan barang jadi	-	-
	Metode	Kurangnya pelatihan pekerja	Kurang terampil	-	-
Tidak adanya SOP		-	-	-	-
Mesin	Benang tersangkut	Pemasangan tidak benar	Mesin berjalan terlalu cepat	Banyaknya sisa sisa benang di mesin jahit	-
	Benang putus	Pemasangan tidak benar	Jarum dan benang tidak cocok	Mesin berjalan terlalu cepat	Kualitas benang kurang baik

Selanjutnya adalah five whys analysis untuk jenis waste defect. Tabel 7 adalah tabel analisis untuk waste defect.

Tabel 7. Five Whys Analysis Waste Defect

Kategori	Why	Why	Why	Why	Why
Lingkungan	Lantai produksi kotor	Kesadaran kebersihan kurang	Tidak adanya standar kebersihan	Pengawasan kebersihan kurang	-
	Area produksi padat	Area produksi kurang luas	Banyaknya sampah sisa kain	Penempatan keranjang berantakan	-
Manusia	Jahitan kendur	Tidak fokus	Mengobrol	Tidak adanya teguran	Pengawasan kurang
		Ceroboh	Kurang pelatihan	Merasa sudah berpengalaman	-
	Jahitan tidak konsisten	Kurang terampil	Kurang pelatihan	Kurang pengetahuan	-
Material	Cacat pada bahan baku	Jarum tumpul	Pemasangan jarum tidak benar	Setting mesin jahit tidak tepat	-
		Bahan baku tidak diinspeksi	Penyimpanan bahan baku tidak rapih	Bahan baku terkena noda cairan	-
Metode	Tidak adanya standar kualitas	Kurangnya pelatihan pekerja	-	-	-
Mesin	Mesin macet	Kurangnya perawatan	Kurangnya pelumas	Tersangkutnya benang-benang sisa di mesin jahit	-
	Benang putus	Jarum tumpul	Jarum dan benang tidak cocok	-	-

Selanjutnya adalah five whys analysis untuk jenis waste waiting. Tabel 8 adalah tabel analisis untuk waste waiting.

Tabel 8. Five Whys Analysis Waste Waiting

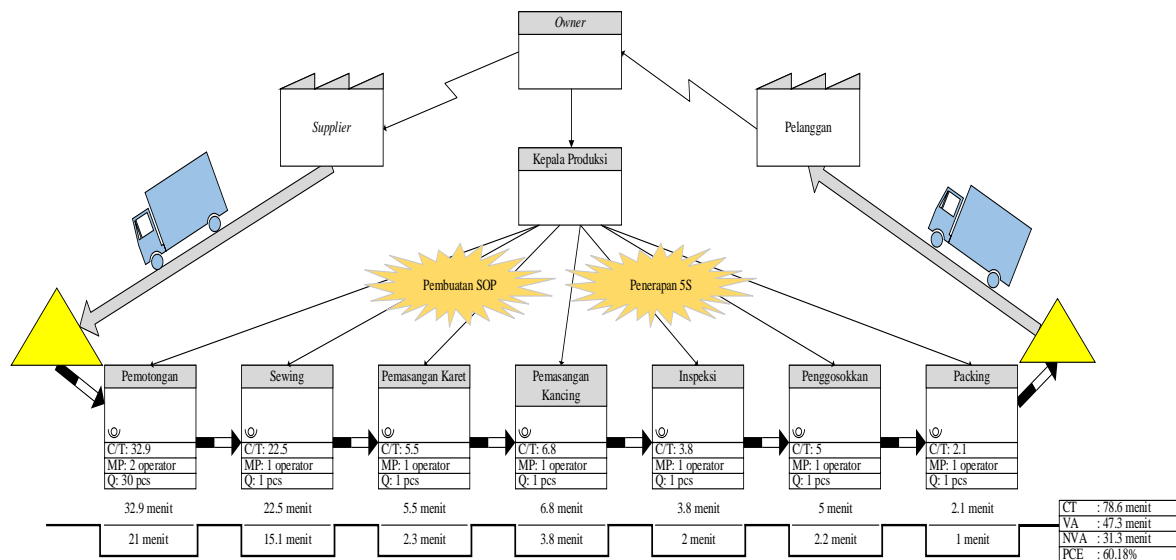
Kategori	Why	Why	Why	Why	Why
Lingkungan	Area produksi padat	Banyaknya barang tidak perlu di area produksi	Banyaknya sampah sisa kain	Penempatan keranjang berantakan	-
Manusia	Pekerja menunggu pembagian kain setelah pemotongan	Adanya keperluan pribadi	Tidak adanya pengawasan	Kurangnya komunikasi antar lini produksi	Kurangnya kesadaran pekerja
Metode	Komunikasi area produksi kurang baik	-	-	-	-
Mesin	Mesin rusak	Kurangnya perawatan mesin	-	-	-

Usulan Perbaikan

Setelah mengetahui akar penyebab permasalahan *waste* yang terjadi di UKM X maka, diberikan usulan penyelesaian untuk mengurangi atau menghilangkan *waste*. Untuk *waste motion*, usulan perbaikannya adalah penerapan 5S yang terdiri dari *seiri* (memisahkan *item* yang dibutuhkan dengan yang tidak dibutuhkan di meja produksi), *seiton* (menyimpan barang dan perlengkapan lainnya secara rapih sesuai tempatnya), *seiso* (membersihkan area kerja sebelum dan setelah bekerja), *seiketsu* (melakukan standarisasi terhadap penerapan sebelumnya), dan *shitsuke* (menjaga kedisiplinan untuk terus menerapkan perilaku 5S). Untuk usulan perbaikan *waste defect* yaitu pembuatan standar operasional prosedur (SOP) dan intruksi *setting* mesin jahit yang wajib diikuti oleh seluruh pekerja. Untuk usulan perbaikan *wasting* yaitu dengan melakukan pemeriksaan dadakan guna membuat pekerja bersikap disiplin dan bertanggung jawab.

Hasil Perbaikan

Setelah usulan perbaikan diimplementasikan di UKM X, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan *future value stream mapping* untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah dilakukannya usulan perbaikan. Gambar 6 adalah gambar *future value stream mapping*.



Gambar 6. Future Value Stream Mapping

Berdasarkan *future value stream mapping*, dapat diketahui bahwa usulan perbaikan yang diberikan dapat mengurangi pemborosan yang terjadi. Dimana terjadi penurunan waktu produksi yang sebelumnya 104,8 menit menjadi 78,6 menit. Penurunan waktu ini terjadi akibat hilang atau berkurangnya waktu beberapa aktivitas seperti kegiatan mencari, *setting*, dan *delay*. Selain itu, kenaikan nilai *process cycle efficiency* yang sebelumnya adalah 47,04% menjadi 60,18%. Besar kenaikan presentasi *process cycle efficiency* adalah sebesar 13,14%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembobotan *waste* yang telah dilakukan dengan *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ) maka, didapatkan 3 jenis *waste* tertinggi adalah *motion* 19,89%, *defect* sebesar 19,22%, dan *wasting* sebesar 16,89%. Dengan melakukan pemilihan *tools* menggunakan bantuan VALSAT, maka didapatkan *tool* yang digunakan adalah *process activity mapping* dengan total 542,23. Kemudian dilakukan analisa akar permasalahan dari pemborosan (*waste*) yang terjadi.

Usulan perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan yang ada di perusahaan dilakukan dengan perbaikan metode kerja untuk *waste motion* menggunakan penerapan 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*), untuk *waste defect* dilakukan usulan perbaikan standar operasional prosedur (SOP) dan pembuatan instruksi *setting* mesin. Untuk *waste waiting* menggunakan pemeriksaan dadakan guna meningkatkan kedisiplinan pekerja. Berdasarkan usulan yang diberikan didapatkan penurunan proses produksi yang sebelumnya 104,8 menit menjadi 78,6 menit. Selain itu, terjadi kenaikan nilai *process cycle efficiency* yang sebelumnya adalah 47,04% menjadi 60,18%. Besar kenaikan presentasi *process cycle efficiency* adalah sebesar 13,14%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Voehl, H.J.H.C. Mignosa and R. Charron, *The Lean Six Sigma Balck Belt Handbook Tools and Methods for Process Acceleration*, New York: CRC Press, 2014.
- [2] W. Adrianto dan M. Kholil, *Analisis Penerapan Lean Production Process untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine*, Jakarta: PT. GMF AEROASIA, 2009.
- [3] F. Abdulah, *Lean Manufacturing Tools and Techniques in The Process Industry with a Focus on Steel*, Amerika Serikat: Dissertation of Departement of Industrial Engineering, University of Pittsburgh., 2003.
- [4] T.J. Sijintak dan Sugiarto, *LISREL*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [5] Nuryadi, T.D. Astuti, E.S. Utami dan M. Budiantara, *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*, Yogyakarta: Gramasurya, 2017.
- [6] H.E. Jusuf, A.T. Kartaman dan W. Andriyanti, "Usulan Minimasi Waste Pada Sepatu dengan Value Stream Mapping di Perusahaan Sepatu Garsel," *Universitas Pasundan*, pp. 1-12, 2017.
- [7] I. Rawabdeh, *A Model for the Assesment of Waste in Job Shop Environments*, Jordan: University of Jordan, 2005.
- [8] A. Irawan dan B.I. Putra, "Identifikasi Waste Kritis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode WAM (Waste Assessment Model) di PT. XYZ," *Jurnal Senopati*, Vol. 3, No 1, pp. 20-29, 2021.
- [9] S. Saori, S. Anjelia, R. Melati, M. Nuralamsya, E.R.S. Djorghi dan A. ulhaq, "Analisis Pengendalian Mutu Pada Industri Lilin," *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol. 1, No. 10, pp. 2133-2138, 2021.
- [10] D. Widyasari, N.Y. Setiawan dan A.R. Pradanakusuma, "Evaluasi dan Perbaikan Proses Bisnis Pengelolaan Siswa Menggunakan Business Process Improvement (Studi pada: Lingua Institute)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 3, No. 6, pp. 6133-6141, 2019.