

PENERAPAN *LEAN AND GREEN VALUE STREAM MAPPING* UNTUK MENGIDENTIFIKASI WASTE DAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR

Andi Nurwahidah*

Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar, Makassar, Indonesia

Mulyadi

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

Nilda

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*E-mail korespondensi: nurwahidah.andi@atim.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industri manufaktur menuntut perusahaan untuk dapat bersaing secara kompetitif dengan perusahaan pesaingnya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi pemborosan pada proses produksi. PT ABC merupakan Industri Manufaktur yang memproduksi parts mesin, dan berbagai pesanan lain yang berbahan dasar dari baja. Permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah masih sering terjadi waste dan kegiatan tidak bernilai tambah, seperti produk cacat, motion, waiting dan transportation. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi kegiatan pemborosan yang terjadi dan dampak lingkungan pada proses produksi. Metode penelitian yang digunakan adalah Lean and Green Value Stream Mapping dan Failure Mode and Effect Analysis. Metode VSM yang digunakan untuk mengidentifikasi waste dan dampak lingkungan pada proses produksi PT ABC, sedangkan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan failure yang terjadi. Hasil identifikasi menggunakan metode lean and green Value Stream Mapping terdapat banyak kegiatan pemborosan yang terjadi seperti pemborosan transportation, waiting, motion, dan defect. Sedangkan dari segi green waste didapatkan pemborosan transportasi, emisi dan sampah. Hasil penilaian menggunakan metode FMEA didapatkan risiko yang memiliki potensi terjadi yang tinggi yaitu material yang tidak sesuai spesifikasi dan kebersihan perusahaan yang kurang. Usulan perbaikan untuk setiap jenis failure/waste diharapkan dapat mengurangi terjadinya waste yang sering terjadi pada perusahaan.

Kata Kunci: *green Value Stream Mapping, Waste, Failure Mode and Effect Analysis, Industri Manufaktur*

ABSTRACT

The development of the manufacturing industry requires companies to be able to compete competitively with rival companies. One effort that can be done is to reduce waste in the production process. PT ABC is a Manufacturing Industry that produces machine parts, and various other orders made from steel. The problem faced by the company today is that waste and non-value added activities often occur, such as defective products, motion, waiting and transportation. The research method used is Lean and Green Value Stream Mapping and Failure Mode and Effect Analysis. The VSM method is used to identify waste and environmental impacts in the production process of PT ABC, while FMEA is used to identify the causes and failures that occur. The results of the identification using the lean and green Value Stream Mapping method

there are many wasteful activities that occur such as waste of transportation, waiting, motion, and defects. Meanwhile, in terms of green waste, transportation waste, emissions and waste are obtained. The results of the assessment using the FMEA method were found that the risk had a high potential for occurrence, namely materials that did not meet specifications and lack of company hygiene. Proposed improvements for each type of failure/waste are expected to reduce the occurrence of waste that often occurs in companies

Keywords: *green Value Stream Mapping, Waste, Failure Mode and Effect Analysis, Manufacturing Industri*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Industri Manufaktur saat ini mendorong industri untuk berlomba-lomba menang dari pesaingnya. Persaingan yang sangat kompetitif inilah yang menuntut industri untuk meningkatkan keunggulan kompetitif agar dapat memenangkan persaingan, salah satu upaya dalam meningkatkan keunggulan adalah meminimasi *waste* (Pemborosan). Pemborosan dapat menambah waktu produksi dan bisa memunculkan biaya tambahan karena adanya kegiatan yang tidak dibutuhkan. selain dari identifikasi pemborosan yang terjadi, konsep green manufacture juga dapat diimplementasikan untuk mendukung keunggulan suatu industri.

PT ABC merupakan industri manufaktur yang bergerak dibidang pembuatan parts mesin dan produk berbahan dasar baja. Perusahaan saait ini mengalami permasalahan Karena tidak mencapai target penjualan, hal ini dikarenakan banyaknya industri pesaing yang memiliki keunggulan dari segi waktu penyelesaian produk, selain itu banyaknya barang *work in process* yang hilang karena ada proses *waiting* untuk dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya sehingga menimbulkan waktu tambahan untuk mencari WIP tersebut.

Penelitian terdahulu oleh (Ikatinasari et al, 2018) menggunakan metode *Lean and Green Manufacturing* untuk meminimasi pemborosan dan polusi yang disebabkan oleh proses manufaktur . Hasil identifikasi dan penerapan konsep *Lean and Green Manufacturing* didapatkan penurunan waktu *lead time* 15%. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Dimiyati, et al, 2019) dengan menggunakan metode *Green Values Stream Mapping* untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu proses produksi. Didapatkan beberapa aspek yang dapat diperbaiki untuk mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh proses produksi.

Penerapan metode *Lean and Green Value Stream Mapping* diharapkan dapat mengidentifikasi pemborosan (*waste*) dan dampak lingkungan dari proses produksi PT ABC dalam upaya meningkatkan jumlah produksi dan memberikan suatu keunggulan kompetitif pada perusahaan.

2. BAHAN DAN METODE

Lean Manufacturing merupakan suatu metode untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi. Lean berfokus dalam mengidentifikasi dan menghilangkan kegiatan pemborosan dan tidak bernilai tambah dengan tujuan untuk kepuasan pelanggan (Gaspersz, 2011). Value Stream Mapping adalah alat yang digunakan untuk melihat aliran bahan dan informasi dari proses bisnis yang bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada setia aliran proses produksi (De Steur, et al, 2016). Green Value Stream Mapping merupakan penggabungan antara konsep Green dan Lean Manufacturing dengan melakukan identifikasi pemborosan (*waste*) dan dampak lingkungan dari suatu proses produksi.

Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa dan memberikan nilai risiko yang berhubungan dengan suatu produk ataupun proses dengan mengidentifikasi semua risiko yang mungkin saya terjadi pada suatu proses produksi dan memberikan nilai prioritas untuk proses perbaikan dari suatu risiko. FMEA sering digunakan untuk mengurangi dampak risiko yang ditimbulkan dan mencegah suatu mode kegagalan sebelum terjadi (Feili et al, 2013)

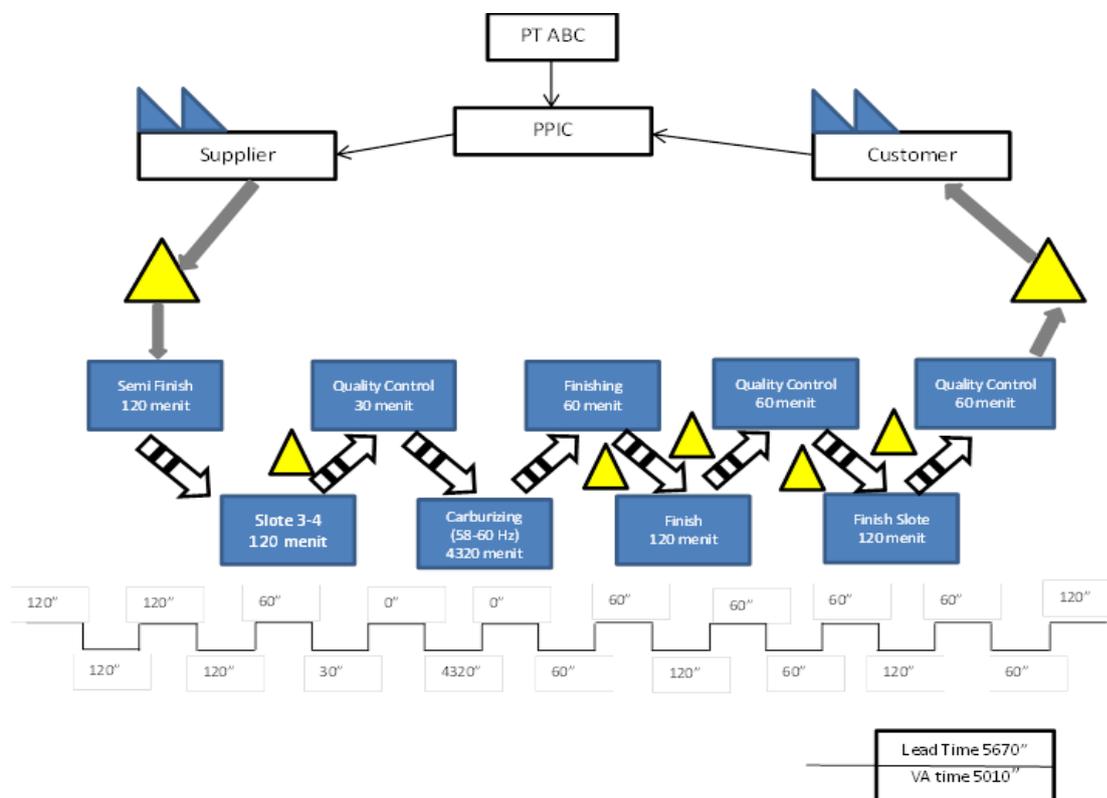
Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu :

- a. *Lean and Green Value Stream Mapping*, metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi serta mengidentifikasi dampak lingkungan yang disebabkan dari proses produksi
- b. *Failure Mode and Effect Analysis*, metode ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko, penyebab dan dampak dari pemborosan dan dampak lingkungan yang telah diidentifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. *Value Stream Mapping*

PT ABC menghasilkan berbagai macam jenis produk sesuai dengan pesanan pelanggan, akan tetapi ada beberapa jenis produk yang mereka produksi secara *reguler*. Produk tersebut melewati 9 proses produksi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Value Stream Mapping Proses Produksi

Hasil identifikasi menggunakan metode *value stream mapping* didapatkan ada 9 proses yang harus dilewati untuk membuat produk, dimana waktu *lead time* yang teridentifikasi adalah 5670 menit dan waktu dengan kegiatan bernilai tambah (*Value Added Activity*) adalah 5010 menit.

Pemborosan yang terjadi dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode *Process Activity Mapping* untuk mengidentifikasi kegiatan yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah serta pemborosan yang terjadi.

Tabel 1. Process Activity Mapping

No	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					VA/NNVA/NNVA
			Operation	Transportation	Inspection	Storage	Delay	
1	Bahan baku masuk gudang	120				√		NNVA
2	Semi Finish	120	√					VA
3	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	120					√	NVA
4	Slote 3-4	120	√					VA
5	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
6	Quality Control	30			√			NNVA
7	Carburizing	4320	√					VA
8	Finishing	60	√					VA
9	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
10	Finish/ Grinding Cylindrical	120	√					VA
11	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
12	Quality Control	60			√			NNVA
13	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
14	Finish Store	120	√					VA
15	Menunggu untuk di proses selanjutnya (WIP)	60					√	NVA
16	Quality Control	60			√			NNVA

Dari hasil identifikasi menggunakan metode *process activity mapping* didapatkan ada sebanyak 16, aktivitas dimana kegiatan *Value added (VA)* sebanyak 6 kegiatan, kegiatan *Necessary Non Value Added (NNVA)* sebanyak 4 kegiatan dan yang terakhir kegiatan *Non Value Added (NVA)* sebanyak 6 kegiatan. Kegiatan *Non Value Added* disebabkan produk yang harusnya diproses mengalami *delay* karena kurangnya operator yang kurang sehingga juga menimbulkan *waste Waiting*. Selain itu terdapat juga kegiatan *Necessary Non Value Added* yang berasal dari kegiatan pengecekan kualitas yang berulang-ulang, hal ini disebabkan karena pekerja yang masih kurang terampil, sehingga banyak menghasilkan produk yang cacat yang membuat perusahaan melakukan banyak skali proses pengecekan. Selain karena skill dari pekerja, bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi pelanggan membuat bertambahnya produk cacat. Pada Tabel 2 dapat dilihat jenis pemborosan (*waste*) pada setiap proses produksi

Tabel 2. Identifikasi waste pada setiap proses produksi

No	Aktivitas	Pemborosan (<i>waste</i>)	Dampak Lingkungan
1	Semi Finish	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting, Over Processing	Material Waste
2	Slote 3-4	Transportation, Motion, Inventory, Waiting	Garbage Waste
3	Quality Control	Transportation, motion, inventory, waiting	-
4	Carburizing	Transportation, Waiting	-
5	Finishing	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting, Over Processing	Material Waste, Garbage Waste
6	Finish/Grinding Cylindrical	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting, Over Processing	Material waste, garbage waste
7	Quality Control	Transportation, Motion, Inventory, waiting,	-

8	Finish Store/ Electrical Dics Machine	Transportation, Defect, Motion, Inventory, Waiting	Material Waste, garbage Waste
9	Quality Control	Transportation, Motion, Waitingm	-

Adapun penilaian berdasarkan pedoman Industri Hijau terhadap kondisi aktual yang terjadi diperusahaan seperti yang terlihat pada Tabel 3

Tabel 3. Penilaian berdasarkan pedoman Industri Hijau

Panilaian	Kondisi Aktual Perusahaan
Program efisiensi produksi	Masih kurang dikarenakan banyaknya barang cacat dari hasil produksi
Material input	Masih kurang karena banyaknya barang yang cacat mengakibatkan penggunaan bahan baku/input yang lebih banyak dari yang direncanakan
Audit energi	Tidak pernah melakukan audit penggunaan energi
Audit Air	Tidak pernah melakukan audit penggunaan air
Teknologi proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ada program <i>reuse, reduce, recycle</i> dengan mengolah kembali sisa potongan material yang tidak digunakan sebagai stok material digudang untuk produk lain 2. Jarang dan sudah tidak pernah menghitung kinerja peralatan untuk mengetahui tingkat kesempurnaan proses produksi 3. Tingkat barang <i>reject</i> yang sangat tinggi, bahkan mendapatkan nilai C dari pelanggan karena banyaknya barang <i>reject</i>
Lingkungan Kerja	Ada pemantauan lingkungan kerja, akan tetapi lingkungan kerja masih tergolong kurang sehat bagi pekerja dikarenakan ruangan yang tertutup rapat sedangkan banyak polusi dari hasil mesin serta udara yang sangat panas. Begitupun dengan pencahayaan yang kurang maksimal
Program penurunan CO ₂	Tidak memiliki KPI mengenai emisi yang dikeluarkan pada saat proses produksi
Pemenuhan baku mutu	Melakukan pengolahan limbah dengan cara menjual limbah agar dapat menjadi pemasukan bagi perusahaan
Sarana pengolahan limbah/emisi	Terdapat lokasi untuk menyimpan limbah sesuai dengan jenis limbahnya
CSR	Program CSR masih belum rutin dilakukan
Penghargaan	ISO
Kesehatan karyawan	Dilakukan pemeriksaan kesehatan 1 kali dalam 2 bulan

Setelah melakukan identifikasi jenis kegiatan dan jenis pemborosan yang terjadi, maka dilakukan perbaikan dengan menghilangkan kegiatan yang tidak bernilai tambah dan juga dapat menyebabkan pemborosan pada proses produksi seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Process Activity Mapping setelah perbaikan

No	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
			Operation	Tranportation	Inspection	Storage	Delay	
1	Bahan baku masuk gudang	20				√		NNVA
2	Semi Finish	120	√					VA
3	Slote 3-4	120	√					VA
	Quality Control	30			√			NNVA
4	Carburizing	240	√					VA
5	Finishing	60	√					VA
6	Finish/ Cylindrical	120	√					VA
7	Quality Control	60			√			NNVA

No	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
			Operation	Transportation	Inspection	Storage	Delay	
8	Finish Store	120	√					VA
9	Quality Control	60			√			NNVA

Untuk usulan perbaikan, perusahaan baiknya membuang kegiatan yang termasuk kegiatan *Non Value Added* seperti waiting. Kegiatan ini hanya akan menimbulkan pemborosan waktu, dan juga dapat menyebabkan produk WIP tersebut hilang ataupun terlupakan untuk dilanjutkan kembali produksinya. Sedangkan kegiatan *Necessary Non Value Added* harusnya juga dihilangkan karena hanya akan menambah *leadtime* produksi.

b. *Failure Mode and Effect Analysis*

Hasil identifikasi menggunakan metode FMEA untuk mengetahui risiko yang akan terjadi pada perusahaan jika tidak melakukan perubahan ada berbagai macam. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Failure Mode and Effect Analysis*

No	Failure Mode	Cause	Effect	Occ	Sev	Det	RPN	Solution
1	Waste Transportation	Letak antar mesin yang berjauhan dan tidak berurutan sesuai proses	Menambah <i>leadtime</i> , barang bisa saja tercecer jika tidak langsung dibawa ke mesin selanjutnya	9	3	1	27	Mengatur ulang tata letak mesin
2	Waste Defect	<ul style="list-style-type: none"> • Material terlepas dari chuck dan terlempar keluar dari mesin • Material yang tidak sesuai spesifikasi yang diinginkan pelanggan • Pekerja tidak handal dalam menggunakan mesin • Pekerja tidak bisa membaca desain gambar 	<ul style="list-style-type: none"> • Barang menjadi cacat • Menambah <i>leadtime</i> produksi • Mengurangi kepercayaan konsumen 	10	10	5	500	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pemeriksaan kondisi mesin sebelum beroperasi • Melakukan pemeriksaan atas bahan baku yang datang • Memberi pelatihan kepada pekerja
3	Motion	Perkakas tidak ditempatkan pada tempatnya, sehingga terjadi proses mencari	Menambah <i>lead time</i> produksi	8	1	3	24	Menempatkan seluruh peralatan pada tempatnya
4	Inventory	Banyak barang <i>work in process</i> (WIP) karena tidak langsung diproses di proses selanjutnya	Produk WIP bisa hilang ataupun terlupa untuk diselesaikan sehingga melewati	8	8	5	320	Sebaiknya produk WIP tidak boleh ada, ataupun mencatat jika terpaksa terjadi delay dan menyiapkan

No	Failure Mode	Cause	Effect	Occ	Sev	Det	RPN	Solution
			waktu <i>deadline</i> dari pelanggan					tempat khusus untuk produk WIP
5	waiting	Jumlah pekerja yang dapat menangani mesin masih sangat kurang	<i>lead time</i> produksi akan bertambah	7	3	3	63	Penambahan pekerja pada departemen produksi dan memberikan pelatihan pada pekerja baru
6	Overprocessing	Terlalu banyak proses <i>quality control</i> yang diakibatkan oleh <i>human error</i> yang sering terjadi pada proses produksi sehingga harus selalu dilakukan pengecekan kualitas	<i>Lead time</i> produksi akan bertambah dan penambahan biaya untuk melakukan pengecekan kualitas yang berulang-ulang	10	8	3	240	Pengecekan dimensi dapat dilakukan oleh operator tanpa membawa ke ruang <i>quality control</i>
7	Garbage Waste	Tidak adanya penampungan gram-gram sisa produksi	Dapat membahayakan pekerja	8	9	2	144	Untuk setiap mesin disediakan penampungan gram-gram

Hasil identifikasi mendapat 6 failure mode yang macam-macam. Nilai RPN tertinggi berasal dari *Waste Defect* dimana material/bahan baku yang datang tidak sesuai dengan pesanan atau dengan mutu yang kurang layak sehingga mengakibatkan banyak barang yang cacat ataupun ditolak oleh konsumen dengan alasan tidak sesuai spesifikasi. Hal ini dikarenakan perusahaan ini merupakan perusahaan yang memproduksi spare part dimana jika barang yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi di awal maka tidak layak digunakan. Barang cacat dan pekerja yang tidak sesuai keahlian juga menjadi penyebab tingginya nilai RPN risiko tersebut, banyak barang cacat yang dihasilkan perusahaan berasal dari proses produksi yang tidak benar, material yang kurang baik dan juga pekerja yang tidak menguasai mesin, sehingga disarankan untuk melakukan pengecekan bahan baku yang baru masuk dan juga menunjukkan pekerja untuk memegang mesin sesuai keahlian dan disarankan untuk melakukan pelatihan agar jika seorang pekerja yang bertanggung jawab atas suatu mesin tidak hadir bisa digantikan dengan orang lain.

4. KESIMPULAN

Dari hasil identifikasi menggunakan *Lean and Green Value Stream Mapping* didapatkan bahwa masih banyak sekali pemborosan, kegiatan yang tidak bernilai tambah dan beberapa dampak lingkungan yang terjadi seperti *waste motion, transportation, defect, over processing* dan *garbage*. Hal ini disebabkan oleh masih kurangnya kemampuan dari pekerja untuk dapat bekerja dengan baik sehingga menghasilkan barang yang cacat yang mengakibatkan banyaknya kegiatan yang tidak bernilai tambah yang masih terus dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Harap beri penghargaan kepada Universitas Hasanuddin atas pendanaan yang diberikan untuk dapat melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- De Steur, H. Wesana, Joshua., Dora Manoj K., Perace Darian., Gellynck Xavier., (2016) Applying Value Stream Mapping to Reduce Food Losses and Waste in Supply Chains: A Systematic Review. *Management Waste*, Volume LVIII, pp 359-368.
- Dimiyati, A.F., Singgih M.L., (2019). Environmental Impact Evaluation Using Green Value Stream Mapping (Green-VSM) and Life Cycle Assesment (LCA). *Jurnal Teknik ITS Vol 8, No 2*, ISSN 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Feili, H. M., Navid, A., Lotfizadeh H., Bairampour, (2013). Risk Analysis of Geothermal Power Plant using Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) Technique. *Energy Conversion and Management* 72 (2013) 69-76.
- Gaspersz, V., Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industry, Waste Elimination, and Continous Cost Reduction*. Edisi Kedua. Bogor. Vinchristo Publication
- Ikatrinasari, Z. F., Hasibuan, S., Kosasih. (2018). The Implementation Lean and Green Manufacturing through Sustainable Value Stream Mapping. *International Conference on Dfesign, Engineering and Computer Sciences. IOP Conf. Series: Material Science and Engineering* 453