

Reduksi Pemborosan Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* pada Lantai Produksi Pembuatan *Brake Hose*

Firman Ahmad Fauzi*, Reni Amaranti

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*firmanaf09@gmail.com, reniamaranti@gmail.com

Abstract. Waste that occurs on the production floor can hinder the production process and reduce company productivity. The purpose of this study was to identify and reduce waste that occurs on the production floor of brake hoses at PT Nichirin Indonesia. The study used a lean manufacturing approach with several tools such as Value Stream Mapping (VSM), SIPOC diagrams, Pareto charts, cause and effect diagrams, and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results showed that there are four types of waste that occur on the production floor, namely waiting time waste, inventory waste, transportation waste, and defective product waste. Waiting time waste and defective product waste are the two most dominant types of waste. Waiting time waste is caused by several factors, including raw materials (rubber) that are not immediately produced, waiting time for stamping machine repairs, and operators in the insert wire clamp process being idle while waiting for the marking process. The defective product waste is caused by the operator's lack of skill in installing the hose on the jig. The proposed improvements to reduce waiting time waste include implementing the 5S work culture, performing preventive maintenance on the stamping machine, and creating visual control for machine maintenance. To reduce the number of defective products, it is recommended to provide routine training to operators to better understand the process and work methods in the trimming hose process. By implementing these proposed improvements, it is expected that the Total Lead Time (TLT) can be reduced by 3.19% and the Process Cycle Efficiency (PCE) can be increased by 3.21%.

Keywords: *Lean Manufacturing, Waste, Brake Hose.*

Abstrak. Pemborosan yang terjadi di lantai produksi dapat menghambat proses produksi dan mengurangi produktivitas perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan yang terjadi pada lantai produksi pembuatan *brake hose* di PT Nichirin Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan beberapa alat seperti *Value Stream Mapping* (VSM), diagram SIPOC, diagram Pareto, diagram sebab-akibat, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat empat jenis pemborosan yang terjadi di lantai produksi, yaitu pemborosan waktu menunggu, *inventory*, transportasi, dan produk cacat. Pemborosan waktu menunggu dan produk cacat merupakan dua pemborosan yang paling dominan. Pemborosan waktu menunggu disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain bahan baku (*rubber*) yang tidak segera diproduksi, waktu menunggu perbaikan mesin *stamping*, dan operator pada proses *insert wire clamp* yang menganggur karena menunggu proses marking. Sedangkan pemborosan produk cacat disebabkan oleh kurang terampilnya operator dalam memasang *hose* pada *jig*. Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi pemborosan waktu menunggu adalah dengan menerapkan budaya kerja 5S, melakukan *preventive maintenance* pada mesin *stamping*, dan membuat *visual control* untuk perawatan mesin. Sedangkan untuk mengurangi jumlah produk cacat, disarankan untuk mengadakan pelatihan rutin kepada operator agar lebih memahami proses dan cara kerja pada proses *trimming hose*. Dengan menerapkan usulan perbaikan ini, diharapkan *Total Lead Time* (TLT) dapat berkurang sebesar 3,19% dan *Process Cycle Efficiency* (PCE) dapat meningkat sebesar 3,21%.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Pemborosan, Brake Hose.*

A. Pendahuluan

Persaingan bisnis yang semakin ketat dalam era globalisasi menuntut industri manufaktur untuk lebih kompetitif sehingga mampu bersaing dengan para kompetitor. Kemampuan dalam memenuhi keinginan *customer* dan ketepatan pemenuhan *order* terhadap produk yang berkualitas dan kompetitif membuat perusahaan manufaktur terus berupaya mengelola sistem produksinya secara lebih efektif dan efisien. Di dalam usaha peningkatan produktivitas, perusahaan harus mengetahui aktivitas yang dapat meningkatkan nilai tambah produk (*value added*), mengurangi berbagai pemborosan (*waste*) dan memperpendek *lead time* [1].

PT. Nichirin Indonesia adalah anak perusahaan dari PT. Nichirin Jepang yang bergerak dalam bidang *brake hose* untuk kendaraan roda empat. PT. Nichirin Indonesia menerapkan sistem *Engineering to Order* (ETO), dimana konsumen akan menguraikan struktur dan fungsionalitas serta persyaratan produk jadi yang diinginkan. Setelah pesanan diterima, staf penjualan bekerja sama dengan *product engineer* mengenai bisa atau tidaknya produk dibuat. Perusahaan memproduksi *brake hose* sebanyak 41.250 pcs dalam satu bulan. Sistem kerja pada perusahaan dilakukan dalam 8 jam/hari.

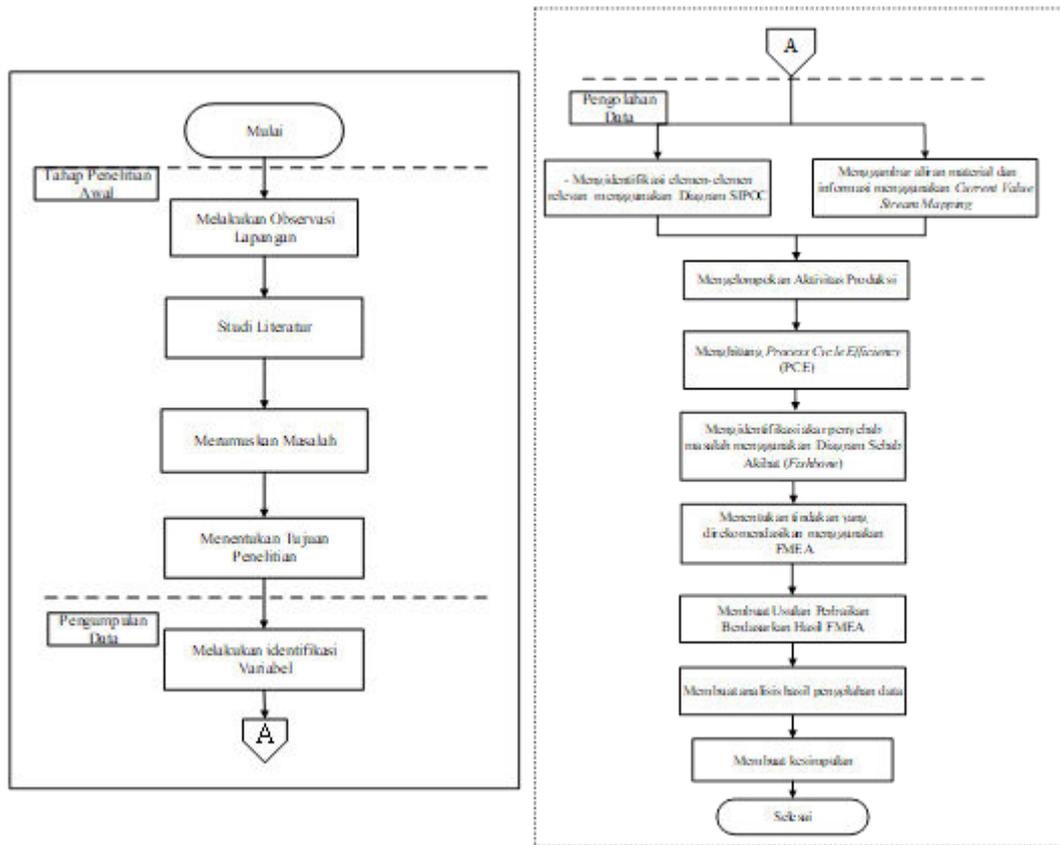
Setiap proses yang dilakukan terdapat banyak aktivitas yang tidak bernilai tambah seperti adanya operator mencari-cari *rubber* yang tidak tersusun rapi di gudang bahan baku untuk dipindahkan dan di proses pada mesin *inner tube extrude* dan *outer tube extrude*, lalu *hose* menunggu mesin *stamping/marking* untuk diperbaiki dan operator *insert wire clamp* menunggu proses *marking* menyebabkan *lead time* meningkat. Produk cacat ditemukan pada proses *trimming hose*. Produk cacat dapat dibedakan menjadi produk *reject* dan *rework*. Produk cacat *trimming hose plus* dikategorikan ke dalam produk *rework* karena dapat diproduksi kembali. Waktu menunggu dan proses *rework* menyebabkan *lead time* tinggi. *Lead time* yang tinggi menyebabkan tidak terpenuhinya target yang ditetapkan konsumen. Proses pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan kapal, namun jika terjadi keterlambatan produksi maka dilakukan pengiriman dengan pesawat. Akan tetapi jika pengiriman dilakukan menggunakan pesawat perusahaan mengalami kerugian karena biaya pengiriman lebih tinggi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi apa saja jenis pemborosan yang mempengaruhi proses produksi.
2. Menentukan penyebab terjadinya pemborosan yang ada di rantai produksi.
3. Membuat usulan perbaikan yang sesuai dengan pemborosan yang ada di rantai produksi.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bagian produksi perusahaan. Penelitian ini menggunakan diagram SIPOC untuk mengidentifikasi elemen-elemen relevan kemudian menggambar *Value Stream Map* (VSM). *Value Stream Map* (VSM) adalah salah satu *tools* dalam *lean* yang berguna untuk menggambarkan aliran material dan informasi serta dapat menganalisis beberapa pemborosan yang terjadi dalam sistem [2]. Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi pemborosan dengan mengelompokkan beberapa aktivitas yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Lalu menghitung *Total Lead Time* (TLT) dari hasil penggambaran *Value Stream Map* (VSM), menghitung *Process Cycle Time* (PCE). Langkah selanjutnya adalah membuat diagram sebab-akibat atau diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan pemborosan terjadi. Membuat tabel FMEA untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi pemborosan di antaranya adalah seberapa serius kondisi pemborosan (*severity*), tingkat kemungkinan terjadi pemborosan (*occurrence*), dan tingkat kemungkinan lolosnya pemborosan (*detection*). Langkah terakhir dilakukan setelah mengetahui pemborosan yang paling dominan pada proses produksi, perbaikan yang dilakukan menyesuaikan dengan permasalahan yang didapatkan dari perhitungan RPN terbesar pada FMEA. *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

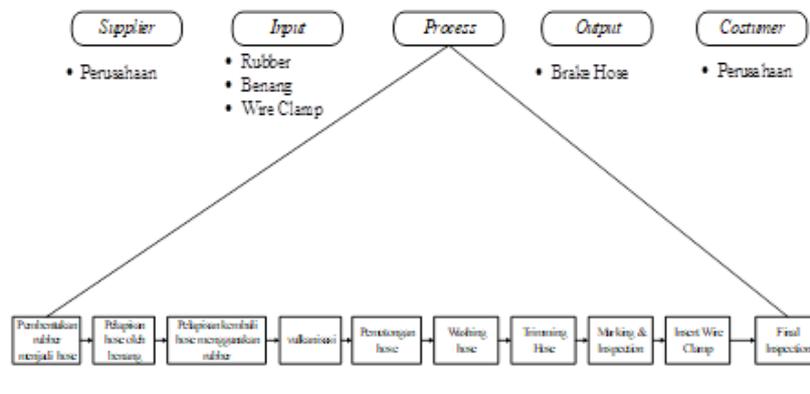


Gambar 1. Tahapan Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Diagram SIPOC

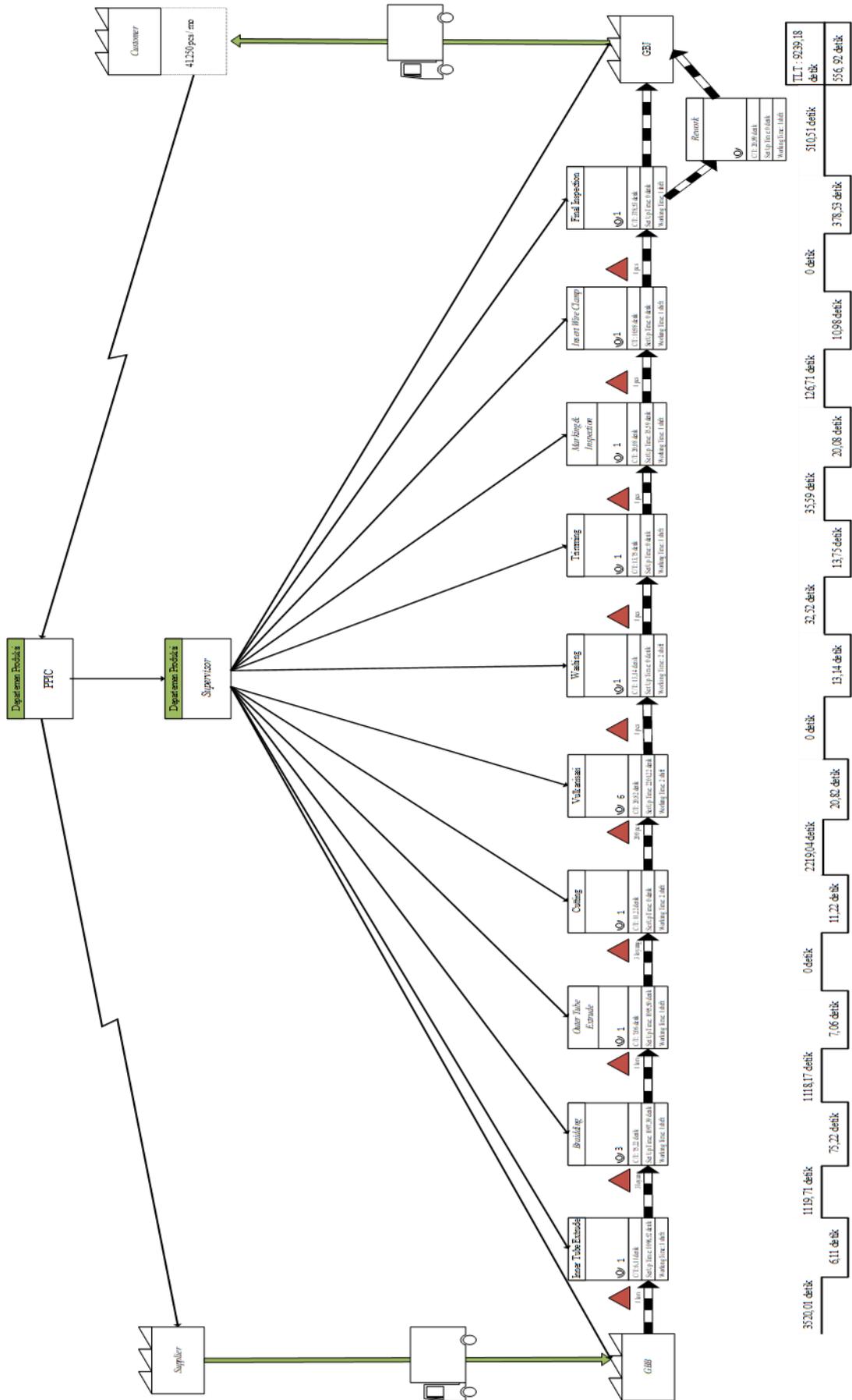
Perlu dilakukan definisi proses-proses kunci beserta interaksinya serta pelanggan yang terakibat di dalam setiap proses tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut, perlu dibuat diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) yang dapat bermanfaat dalam upaya peningkatan proses [3]. Gambar 2 menggambarkan diagram SIPOC di departemen produksi.



Gambar 2. Diagram SIPOC Perusahaan

Current Value Stream Mapping (VSM)

Berdasarkan hasil penggambaran VSM pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa *Total Lead Time* (TLT) dari aktivitas yang dilakukan di departemen produksi sebesar 9239,18 detik dengan total *Value Added (VA) time* sebesar 556,92 detik. VSM dapat dilihat pada Gambar 3.



Setelah melakukan pemetaan proses produksi menggunakan VSM maka langkah berikutnya yang dapat dilakukan adalah mengidentifikasi pemborosan dengan mengelompokkan beberapa aktivitas yang terjadi selama proses produksi berlangsung.

Tabel 1 Pengelompokan Aktivitas Proses Produksi

No	Proses	Aktivitas	Keterangan			Waktu (detik)	Jenis Pemborosan
			VA	NNVA	NVA		
1	Penerimaan Bahan Baku	<i>Rubber</i> disimpan di gudang bahan baku		V		2358,39	<i>Waiting, Inventory</i>
2	Persiapan Produksi	<i>Rubber</i> dipindahkan ke mesin <i>inner tube extrude</i>		V		65,09	Transportasi
3		<i>Rubber</i> menunggu <i>set up</i> mesin <i>inner tube extrude</i> untuk diproses		V		1096,52	<i>Waiting</i>
4	Proses Produksi	Proses <i>inner tube extrude</i>	V			6,11	
5		<i>Hose</i> dipindahkan ke mesin mesin <i>braidding</i>		V		22,32	Transportasi
6		<i>Hose</i> menunggu <i>set up</i> mesin <i>braidding</i>		V		1097,39	<i>Waiting</i>
7		Proses <i>braidding</i>	V			75,22	
8		<i>Hose</i> dipindahkan ke mesin <i>outer tube extrude</i>		V		22,67	Transportasi
9		<i>Hose</i> menunggu <i>set up</i> mesin <i>outer tube extrude</i>		V		1095,50	<i>Waiting</i>
10		Proses <i>outer extrude</i>	V			7,06	
11		Proses <i>cutting hose</i>	V			11,22	
12		<i>Hose</i> dipindahkan ke mesin oven		V		17,82	Transportasi
13		<i>Hose</i> menunggu <i>set up</i> mesin oven		V		2201,22	<i>Waiting</i>

14		Proses vulkanisasi	V			20,82	
15		Proses <i>washing hose</i>	V			13,14	
16		<i>Hose</i> dipindahkan ke mesin <i>trimming hose</i>		V		32,52	Transportasi
17		Proses <i>trimming hose</i>	V			13,75	
18		<i>Hose</i> menunggu <i>set up</i> mesin <i>stamping</i>		V		35,59	Waiting
19		Proses <i>marking and inspection</i>	V			20,08	
20		<i>Hose</i> menunggu perbaikan mesin <i>stamping</i>			V	90,47	Waiting
21		Operator pada proses <i>insert wire clamp</i> menganggur menunggu proses <i>marking</i>			V	36,24	Waiting
22		Proses <i>insert wire clamp</i>	V			10,98	
23		Proses <i>final inspection</i> dan pengemasan	V			378,53	
24		Proses <i>rework</i> produk pada <i>trimming hose</i>			V	20,89	Defect
25	Proses Penyelesaian	Produk dipindahkan ke gudang barang jadi		V		28,18	Transportasi
26		<i>Brake hose</i> dipindahkan dari gudang produk jadi ke truk pengangkutan		V		461,44	Transportasi
Total			10	13	3	9.239,18	
Persentase			38,46	50,00	11,54		

Berdasarkan penjelasan dari setiap aktivitas, terdapat beberapa aktivitas yang

menghasilkan pemborosan. Maka dari itu, pemborosan tersebut harus direduksi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan. Hasil pada Tabel 1 diketahui persentase aktivitas yang terjadi di lantai produksi. Persentase VA sebesar 38,46%, persentase NNVA sebesar 50%, dan persentase NVA sebesar 11,54%. Akitivitas NNVA lebih besar dibandingkan dengan VA, maka dari itu waktu aktivitas NNVA harus dikurangi.

Aktivitas *trimming hose* menghasilkan banyak produk cacat sehingga harus dilakukan proses rework. Proses rework merupakan kegiatan yang dilakukan pada brake *hose* yang termasuk ke dalam kriteria cacat yang dapat diproses kembali. *Rework* dilakukan dengan cara melakukan proses kembali pada sisa *hose* yang terlalu panjang atau tidak sesuai dengan spesifikasi awal. Total waktu yang terbuang akibat produk cacat selama 20,89 detik.

Key Performance Index (KPI)

Key Performance Index yang dihitung adalah nilai *Total Lead Time* (TLT) dan nilai *Process Cycle Time* (PCE).

4. Perhitungan *Total Lead Time* (TLT)

Total Lead Time (TLT) dari aktivitas yang dilakukan di Departemen Produksi dapat dilihat dari *Value Stream Map* (VSM) pada Gambar 3. TLT pada VSM menunjukkan hasil sebesar 9.239,18 detik.

5. Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

Process Cycle Efficiency (PCE) merupakan salah satu indikator untuk mengetahui efisiensi suatu proses. Perhitungan PCE ini dipengaruhi oleh perbandingan waktu *Value Added* (VA) dan *Total Lead Time* (TLT). Semakin besar hasil perbandingan maka dapat dikatakan semakin efisien proses yang dilakukan [4].

Maka dapat diketahui nilai PCE sebagai berikut:

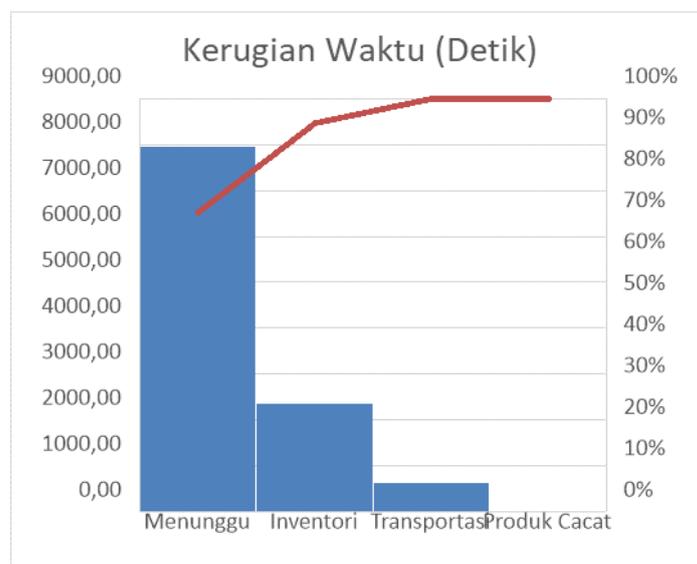
$$\text{Process Cycle Efficiency (PCE)} = \frac{\text{Value Added (VA)}}{\text{Total Lead Time (TLT)}} \times 100\%$$

$$\text{PCE} = \frac{556,92}{9239,18} \times 100\% = 6,03\%$$

Dilihat dari perhitungan PCE dengan nilai sebesar 6,03%, maka peningkatan efisiensi sistem masih memiliki peluang yang besar.

Diagram Pareto

Gambar 4 menjelaskan waktu terbuang terbesar disebabkan oleh pemborosan menunggu. Waktu menunggu mengakibatkan *total lead time* menjadi lama.

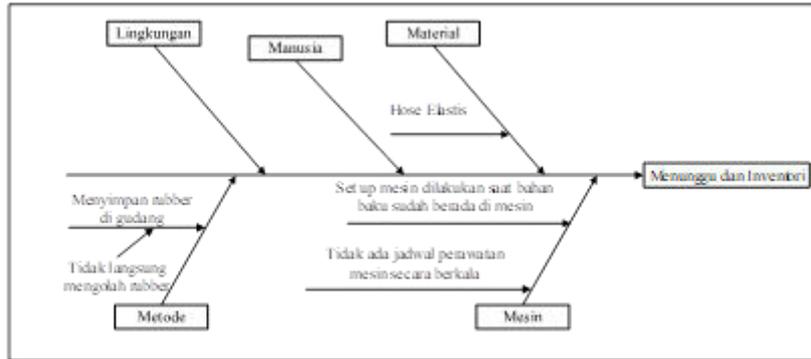


Gambar 4. Digram Pareto Jenis Pemborosan Berdasarkan Waktu yang Terbuang

Diagram Sebab Akibat

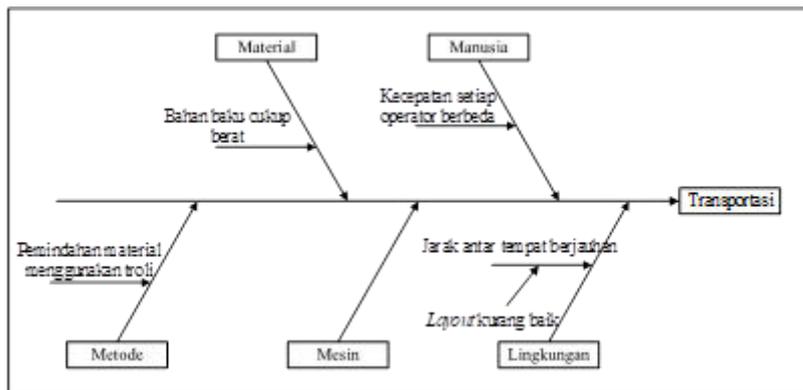
Gambar 5 sampai dengan Gambar 7 menggambarkan diagram sebab-akibat dari jenis pemborosan yang terdapat di rantai produksi.

Faktor pertama yang menyebabkan adanya pemborosan menunggu dan *inventory* di antaranya



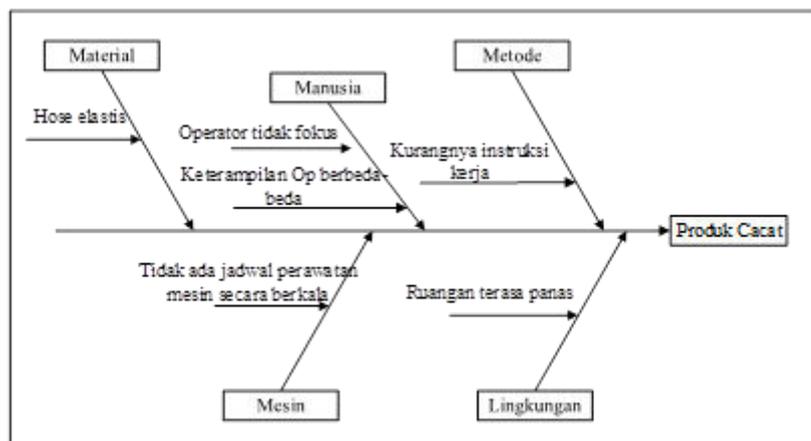
Gambar 5. Diagram Sebab-Akibat Menunggu dan *Inventory*

Semua faktor menyebabkan adanya transportasi, namun faktor-faktor tersebut tidak berpengaruh terlalu besar.



Gambar 6 Diagram Sebab-Akibat Adanya Transportasi

Faktor-faktor yang menyebabkan adanya produk cacat di antaranya adalah:



Gambar 7. Diagram Sebab-Akibat Produk Cacat

Pembuatan Rencana Usulan Menggunakan FMEA

Usulan perbaikan setelah pembuatan tabel FMEA diprioritaskan pada hasil perhitungan RPN tertinggi.

Pemborosan yang mempunyai nilai tertinggi yaitu *waiting* dan *defect* masing-masing mendapatkan nilai 150. Pemberian nilai *waiting* dan *defect* dikarenakan konsumen tidak akan nyaman jika total *lead time* yang tinggi serta adanya proses *rework* karena adanya produk cacat. Pemborosan selanjutnya yaitu transportasi dan *inventory* mendapatkan nilai 100. Perhitungan RPN dan rekomendasi aksi dari setiap pemborosan di perusahaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Implementasi Kaizen Blitz

Implementasi *kaizen blitz* digunakan untuk mengurangi pemborosan-pemborosan yang lambat produksi.

***Kaizen Blitz* untuk Mengurangi Waktu Menunggu**

Usulan yang diberikan untuk mengurangi waktu menunggu adalah:

1. Melaksanakan *preventive maintenance* atau pemeliharaan pencegahan mesin.
2. Membuat *checklist* perawatan mesin.
3. Membuat *visual display* untuk mengingatkan perawatan mesin.
4. Menciptakan budaya kerja 5S.

***Kaizen Blitz* untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat**

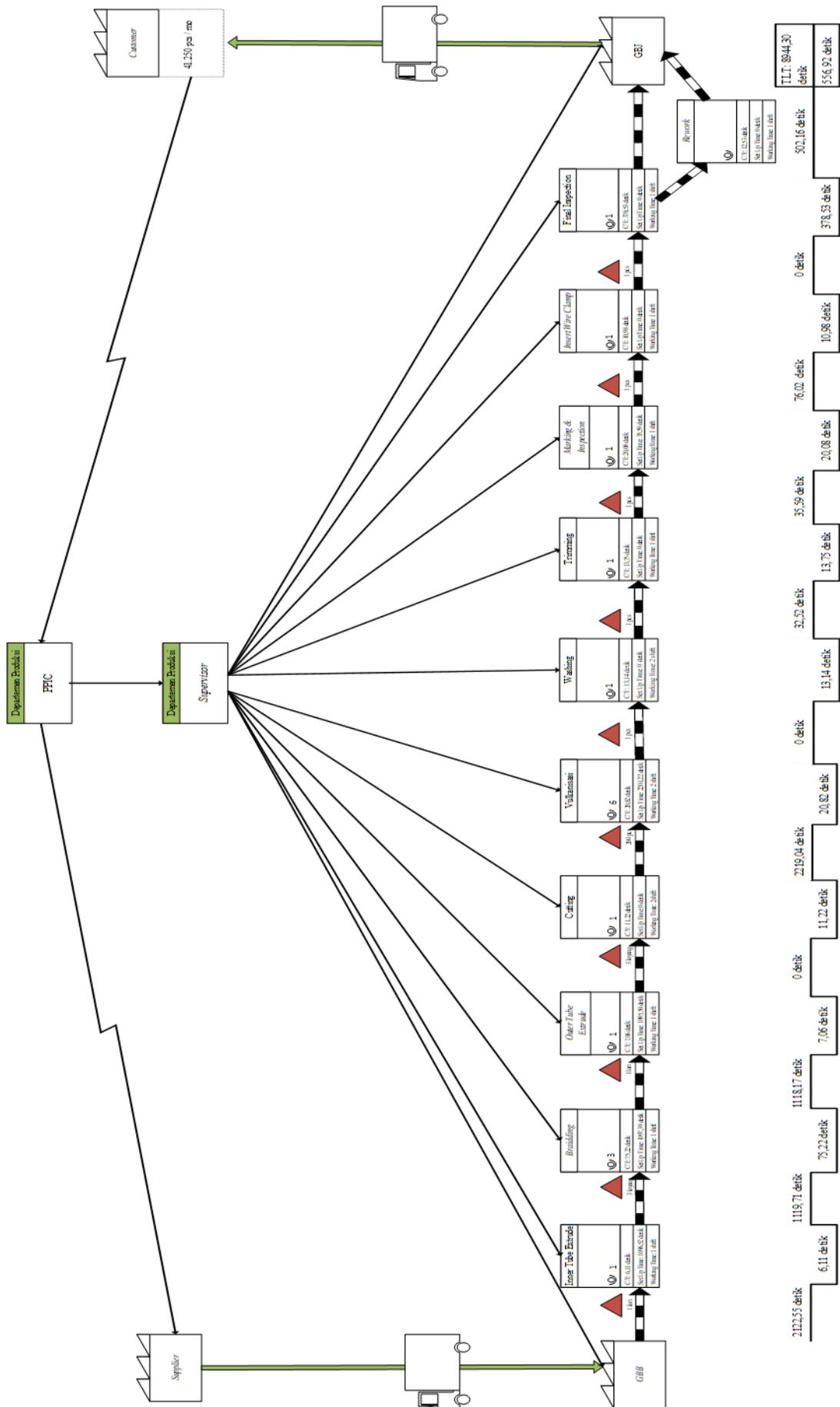
Usulan yang diberikan untuk jumlah produk cacat dilakukan pelatihan rutin kepada operator untuk memahami proses dan cara kerja pada proses *trimming hose*.

Value Stream Map Future State

Dengan adanya usulan perbaikan untuk mengurangi waktu menunggu material, diharapkan waktu menunggu material dapat berkurang sebesar 10%. Hal ini disebabkan karena dengan diterapkannya budaya kerja 5S dapat mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk memindahkan *rubber*. Berdasarkan Tabel 1, waktu menunggu *rubber* di gudang bahan baku adalah sebesar 2.358,39 detik. Ekspektasi penurunan waktu menunggu sebesar 10% maka waktu menunggu setelah perbaikan menjadi 2.122,55 detik. Waktu menunggu karena perbaikan mesin *stamping* adalah 90,47 detik sedangkan operator *insert wire clamp* menganggur karena menunggu proses *marking* atau perbaikan mesin *stamping* selama 36,24 detik. Ekspektasi penurunan waktu menunggu dan *idle* sebesar 40% maka waktu menunggu dan *idle* setelah perbaikan masing-masing menjadi 54,28 dan 21,74. Waktu *rework* karena produk adanya produk cacat adalah 20,89 detik. Rekomendasi untuk mengurangi produk cacat yaitu dengan mengadakan pelatihan rutin kepada operator, karena dengan adanya pelatihan ini diharapkan operator lebih mampu memahami dalam mengoperasikan langkah-langkah proses kerja *trimming hose*. Ekspektasi penurunan waktu *rework* sebesar 40% maka waktu *rework* setelah perbaikan adalah 12,53 detik. Adapun VSM setelah perbaikan (*future VSM*) dapat dilihat pada Gambar 8. Pada Gambar 8 TLT berkurang menjadi 2.122,55 detik, hal ini disebabkan karena adanya penurunan waktu menunggu *rubber* di gudang bahan baku, *hose* menunggu perbaikan mesin *stamping* dan operator *insert wire clamp* menganggur menunggu proses *marking/stamping* serta penurunan proses *rework*.

Tabel 2 Perhitungan RPN dan Rekomendasi Aksi dari Setiap Pemborosan di Perusahaan

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	S	<i>Potential Causes</i>	O	<i>Control</i>	D	RPN	<i>Recommended Action</i>
<i>Transportation</i>	Jarak yang cukup jauh antar tempat satu ke tempat lainnya	TLT semakin lama	5	Tidak adanya alat pemindahan material otomatis (<i>conveyor</i>)	5	Pengawasan oleh operator	4	100	Mengatur ulang tata letak setiap stasiun kerja, menggunakan <i>automation material handling</i>
<i>Waiting</i>	<i>Rubber</i> disimpan di gudang bahan baku	Bertambahnya TLT	6	Tidak ada tanda di gudang bahan baku	5	Pengawasan kepala pergudangan	5	150	5S
	Waktu <i>set up</i> mesin yang lama	Bertambahnya TLT	5	Tidak ada <i>set up</i> otomatis	5	Pengawasan oleh operator	4	100	Melakukan <i>set up</i> mesin otomatis
	Kerusakan komponen mesin	Bertambahnya TLT	6	Mesin yang kurang <i>maintenance</i>	5	Pengawasan staf <i>engineering</i>	5	150	Membuat jadwal <i>maintenance</i> secara berkala
<i>Inventory</i>	<i>Rubber</i> menunggu untuk diolah	Banyaknya <i>rubber</i> di gudang	5	<i>Rubber</i> tidak segera diolah	4	Pengawasan oleh operator	5	100	Mengolah langsung <i>rubber</i>
<i>Defect</i>	Metode pemasangan <i>hose</i> pada <i>jig</i> tidak tepat	Operator harus melakukan <i>rework</i>	6	Operator kurang pandai dalam pemasangan <i>hose</i> pada <i>jig</i>	5	Pengawasan staf <i>engineering</i>	5	150	Pelatihan oleh staf <i>engineering</i>



Analisis Key Performance Index (KPI)

Apabila usulan perbaikan diterapkan di lantai produksi, ekspektasi waktu menunggu *rubber* di gudang bahan baku berkurang 10%. Waktu menunggu perbaikan mesin dan operator *insert wire clamp* mengganggu berkurang 40%. Hal ini akan berpengaruh kepada TLT dan PCE. TLT sebelum perbaikan sebesar 9.239,18 detik. Adapun TLT setelah perbaikan berkurang menjadi 8.944,30 detik. Apabila TLT berkurang maka persentase PCE akan bertambah. Setelah dilakukan perbandingan antara waktu VA dan TLT perbaikan, maka didapatkan persentase PCE sebesar 6,23%. Terdapat kenaikan persentase PCE sebesar 3,21%.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan. Beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Terdapat beberapa jenis pemborosan yang terjadi di lantai produksi. Pemborosan tersebut adalah waktu menunggu, *inventory*, transportasi, dan produk cacat. Dua jenis pemborosan paling dominan berdasarkan waktu yang terbuang adalah waktu menunggu dan produk cacat.
2. Waktu menunggu disebabkan oleh *rubber* tidak segera diproduksi, waktu menunggu perbaikan mesin *stamping*, dan operator *insert wire clamp* mengganggu menunggu proses *marking*, sedangkan produk cacat disebabkan oleh kurang pandainya operator dalam memasang *hose* pada *jig*.
3. Salah satu *tools* penerapan *lean manufacturing* untuk mereduksi pemborosan adalah dengan menerapkan *kaizen blitz*. Usulan perbaikan untuk mengurangi waktu menunggu adalah menerapkan budaya kerja 5S. Sedangkan untuk waktu yang terbuang karena menunggu perbaikan mesin *stamping* dan operator mengganggu menunggu proses *marking/stamping* melakukan *preventive maintenance* serta membuat *visual control* perawatan mesin. Sedangkan untuk mengurangi jumlah produk cacat dilakukan pelatihan rutin kepada operator untuk memahami proses dan cara kerja pada proses *trimming hose*.

Acknowledge

Penulis mengucapkan terima kasih terhadap pihak yang telah membantu dalam penelitian khususnya untuk Ibu Dr. Ir. Reni Amaranti, S.T., MT., IPM.. selaku pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing serta memberikan arahan dalam menyusun penelitian ini. Kemudian, penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Nichirin Indonesia yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Susanti, D. F. (2017). Implementasi lean manufacturing dalam minimalkan non value added pada proses produksi fine flexible packaging. S2. Institut Teknologi Surabaya.
- [2] Liker, J. K. (2004). The toyota way. New York: McGraw and Hill.
- [3] Gaspersz, V. (2002). Total quality management. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Marlyana, N. (2011). Upaya peningkatan kinerja melalui penerapan metode lean six sigma guna mengurangi non value added activities. Pada: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Semarang, Indonesia, 15 Juni 2011. Semarang: Universitas Wahid Hasyim
- [5] Istikomah, M., Endang Prasetyaningsih, & Chaznin R. Muhammad. (2021). Usulan Perbaikan Lintasan Produksi untuk Mereduksi Waste pada Departemen Kerja Produksi dengan Kombinasi Lean Manufacturing dan Theory of Constraints. Jurnal Riset Teknik Industri, 1(1), 77–87. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.233>
- [6] Salimah, S., M. Dzikron, & Nita P. A. Hidayat. (2021). Reduksi Stasiun Kerja Bottleneck pada Produksi Pakaian Gamis dan Koko dengan Menggunakan Theory of Constraints. Jurnal Riset Teknik Industri, 1(1), 49–57. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.140>

- [7] Somantri, A. R., & Endang Prasetyaningsih. (2021). Reduksi Waste untuk Meningkatkan Produktivitas pada Proses Produksi Bracket Roulette Gordyn Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(2), 131–142. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i2.416>