

Analisis *Cycle Time* dan *Waste* Pada Proses *Extruder* dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*

Priyono Budi Santoso, S.T., M.T.¹⁾
Politeknik Gajah Tunggal
yonxzbudi@gmail.com

Dr. Eng. Ari Kuswantori, S.T., M.T.²⁾
Politeknik Gajah Tunggal
ari@poltek-gt.ac.id

Sri Muliani³⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
srimuliani1105@gmail.com

Gugi Gustaman, A.Md.T.⁴⁾
PT. Bando Indonesia
gugi@bandoindonesia.com

ABSTRAK

Perusahaan industri terus berupaya mengembangkan proses produksi dengan harapan proses tersebut mampu menyeimbangkan perkembangan yang ada. Salah satu harapan yang diinginkan dalam suatu perusahaan industri adalah meningkatkan produktivitas perusahaan. PT. BIN, sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi *Fan belt/V-belt* dan *conveyor belt*, mendapat tekanan untuk terus meningkatkan produktivitas akibat penurunan produktivitas dan banyaknya pemborosan pada mesin *extruder* yang terlihat pada *cycle time* yang tidak seimbang dengan *takt time*. Hal ini mengakibatkan *loss time* dan *loss material* yang cukup banyak dalam prosesnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terkait pengurangan waktu siklus yang berlebihan tersebut. Analisis ini akan membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab ketidakseimbangan dan mencari solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas mesin *extruder*, sehingga perusahaan dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan kinerja keseluruhan.

Kata Kunci : *Waktu Siklus, Pemetaan Aliran Nilai (VSM), Pemetaan Aktivitas Proses (PAM), Hilangkan Pemborosan*

ABSTRAK

Industrial companies continue to strive to develop production processes in the hope that these processes will be able to balance existing developments. One of the hopes desired in an industrial company is to increase company productivity. PT. BIN, a manufacturing company engaged in the production of Fan belts/V-belts and conveyor belts, is under pressure to continue to increase productivity due to decreased productivity and a lot of waste on extruder machines which can be seen in cycle times that are not balanced with takt time. This results in quite a lot of lost time and material loss in the process. Therefore, it is necessary to carry out an analysis related to reducing excessive cycle times. This analysis will help in identifying the factors causing imbalances and finding effective solutions to increase the efficiency and productivity of extruder machines, so that companies can reduce waste and improve overall performance.

Kata Kunci : *Cycle Time, Value Stream Mapping (VSM), Process Activity Mapping (PAM), Eliminate Waste.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. BIN adalah sebuah perusahaan manufaktur yang berlokasi di Indonesia dan bergerak di industri komponen otomotif, khususnya sabuk transmisi daya. Perusahaan ini memproduksi tiga jenis produk utama, yaitu *v-belt/fanbelt*, *conveyor belt*, dan *weight roller*. PT. BIN menawarkan berbagai tipe produk, termasuk *long size*, *short size*, *raw edge*, dan *variable speed*. Dalam pembuatan produk-produk ini melibatkan beberapa departemen yang bertanggung jawab untuk melaksanakan dan mendukung proses produksi.

Sama seperti perusahaan industri manufaktur lain, PT. BIN memiliki tujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan memanfaatkan sumber daya yang dimiliki guna memberikan hasil terbaik bagi perusahaan. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan pengendalian terhadap proses produksi yang sedang berjalan agar tidak terjadi hambatan yang dapat mengganggu kelancaran proses tersebut[1]. Salah satunya departemen yang mengalami beberapa hambatan dalam proses produksi adalah departemen *Long size*.

Departemen *long size* memproduksi *V-belt* dengan ukuran mulai dari 101 inch hingga 800 inch. Berdasarkan pengamatan, proses produksi di departemen ini secara umum dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu: *mixing*, *extruder*, *building*, *sticking*, *flipping*, *topping sudare*, *measuring*, *oil press*, *normalizer*, dan *finishing*. Dalam keseluruhan proses produksi, tahap *extruder* memiliki peran penting dalam mendukung jalannya produksi. Di departemen *long size* sendiri proses *extruder* disebut dengan proses pembuatan UCR yaitu proses mengextrude salah satu material bernama *ribbon* menggunakan mesin *extruder*.

Sebagian proses pada mesin *extruder* masih dilakukan secara manual, salah satunya adalah proses menggeser gerobak *ribbon* yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Dengan adanya hal ini sangat diperlukan solusi untuk menanganinya. Selain itu dari *cycle time* yang di dapatkan dari pengamatan langsung sangat tinggi di bandingkan dengan proses lainnya pada satu lini produksi di departemen *long size*. Solusi yang dapat dilakukan yaitu perlu adanya alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon semi*-otomatis atau otomatis.

Setelah dilakukan proses pengamatan secara langsung di lapangan, yang diamati pada proses *extruder*. Dalam proses pengerjaan nya proses ini dilakukan oleh 1 operator saja, sehingga segalaproces hanya dilakukan oleh 1 operator itu saja, mulai dari penggulungan output secara manual, penimbangan sample, hingga penggeseran gerobak secara manual. Hal ini mempengaruhi waktu proses

yang terjadi menjadi sangat lama, selain itu kendala utama yang ditimbulkan berupa kurang volume atau ukuran yang tidak sesuai pada output yang dihasilkan (UCR). Dalam satu proses itu, kami melakukan proses pengambilan data waktu proses (*cycle time*). *Cycle time* merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja[2]. Pengambilan data *cycle time* dilakukan secara sampling sebanyak 10 data proses. Berikut data yang kami peroleh dari hasil studi lapangan:

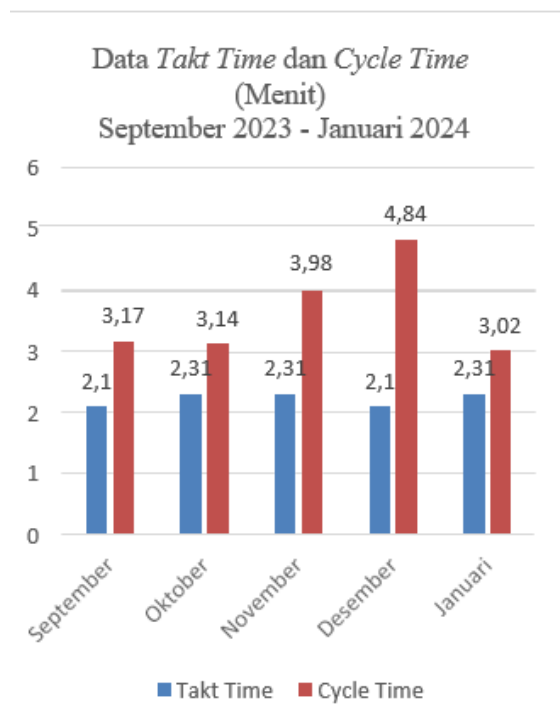
Tabel 1. Cycle Time Proses Extruder

Pengamatan	Waktu Proses
1	198
2	196
3	186
4	201
5	209
6	188
7	210
8	209
9	205
10	198

Dari pengambilan data siklus pembukusan (*cycle time*) di dapatkan rata-rata total waktu dalam proses *extruder* yaitu sebesar 200 detik.

Tabel 1. menjelaskan bahwa proses *extruder* mengalami ketidakstabilan, yang terlihat dari variasi waktu yang dibutuhkan pada setiap proses *extruder*. Perbedaan waktu ini menunjukkan bahwa proses tersebut perlu dioptimalkan dengan cara meminimalkan atau menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah[3]. Hal ini disebabkan oleh pemborosan yang dapat mengurangi efisiensi dan produktivitas dalam proses *extruder*. Berdasarkan pengamatan peneliti, masalah yang sering muncul dalam proses *extruder* adalah

overprocessing (proses yang berlebihan) dan *motion* (gerakan yang tidak perlu)[4]. Pemborosan ini juga sangat erat kaitannya dengan waktu proses yang ada pada mesin *extruder*. Berikut data *loss time* yang terjadi pada proses *extruder*:



Gambar 1. Grafik Perbandingan Takt Time dan Cycle Time

Gambar 1 menjelaskan bahwa nilai Cycle Time 5 bulan terakhir selalu lebih besar dari nilai Takt Time yang berarti terdapat Loss Time di proses tersebut, karena kondisi idealnya adalah nilai Cycle time = nilai Takt Time. Loss Time yang terdapat pada proses tersebut menyebabkan menurunnya produktivitas yang dihasilkan oleh tiap operator, sehingga operator tidak dapat memenuhi target hariannya. Sehingga ada beberapa hal yang masih harus dilakukan improvement pada bagian extruder departemen long size, terutama pada bagian proses kerja.

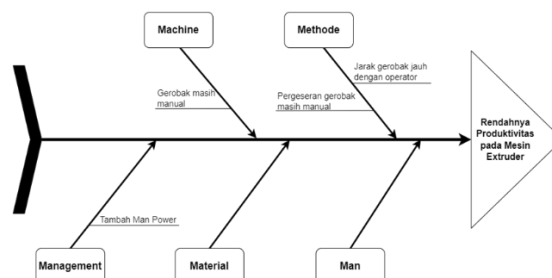
Berikut ini adalah ilustrasi gerobak yang digunakan untuk membantu supply ribbon pada mesin extruder.



Gambar 2. Gerobak Supply Ribbon

Dilihat dari Gambar 2 setiap gerobak supply ribbon terdiri dari empat tiang, di mana setiap tiang memiliki ribbon yang digunakan sebagai pasokan dalam proses extruder. Untuk melanjutkan proses dengan lancar, operator harus menyesuaikan posisi ribbon sehingga sejajar dengan corong mesin extruder. Hal ini mengakibatkan operator harus menggeser gerobak supply ribbon setiap kali ribbon pada tiang sebelumnya telah habis dan ingin beralih ke tiang berikutnya. Sehingga dari proses tersebut ditemukan gerakan serta proses kerja berlebih yang menimbulkan waste pada proses extruder. Dari beberapa permasalahan yang ditemukan, dapat dilakukan analisis dengan menggunakan pendekatan diagram fishbone dengan hasil analisis sebagai berikut :

Gambar 3. Fishbone Diagram



Fishbone diagram digunakan untuk mencari akar penyebab dari masalah yang terjadi secara mendalam, mulai dari masalah yang terlihat hingga akar dari permasalahan yang terjadi. Dari analisis fishbone pada Gambar 3 dapat diketahui terdapat faktor yang menyebabkan timbulnya permasalahan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Analisa Fishbone Diagram

No	Faktor	Akar masalah	Rencana Perbaikan
1	Mesin	Gerobak Masih Manual	Mengadopsi alat bantu penggerak menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dan inovasi harus di tingkatkan, guna untuk menjadikan proses kerja yang lebih efektif dan efisien.
2	Metode	Jarak Gerobak Jauh dengan Operator dan Pergeseran Gerobak	Dengan adanya alat bantu penggerak, waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan gerobak supply ribbon akan berkurang secara

	Masih Manual	signifikan. Ini memungkinkan operator untuk lebih fokus pada tugas-tugas yang bernilai tambah, sehingga meningkatkan produktivitas keseluruhan.
3	Management Man Power	Tidak bisa, karena kebijakan perusahaan yang mempertimbangkan beberapa aspek seperti efisiensi biaya, standar keselamatan, atau desain proses kerja yang dirancang untuk dioperasikan oleh satu orang.

Berdasarkan penjelasan Tabel 2, penelitian ini berfokus pada perbaikan proses dan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada mesin *extruder*. Terutama pada *cycle time* proses, waktu, dan produktivitas yang dihasilkan. Karena prosesnya masih terbilang manual, penulis bermaksud membuat penelitian yang harapannya dapat meningkatkan efisiensi dan efektif dalam proses *extruder*.

1.2. Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu:

1. Penelitian hanya di lakukan pada proses *extruder* di departemen *long size*
2. Pengambilan data *time study* difokuskan hanya pada shift 1
3. Penjelasan mengenai metode *value stream mapping* hanya terbatas pada satu stasiun kerja yaitu proses *extruder*
4. Perhitungan cost tidak terlalu detail, terbatas dengan peraturan perusahaan.

1.3. Tujuan Penelitian

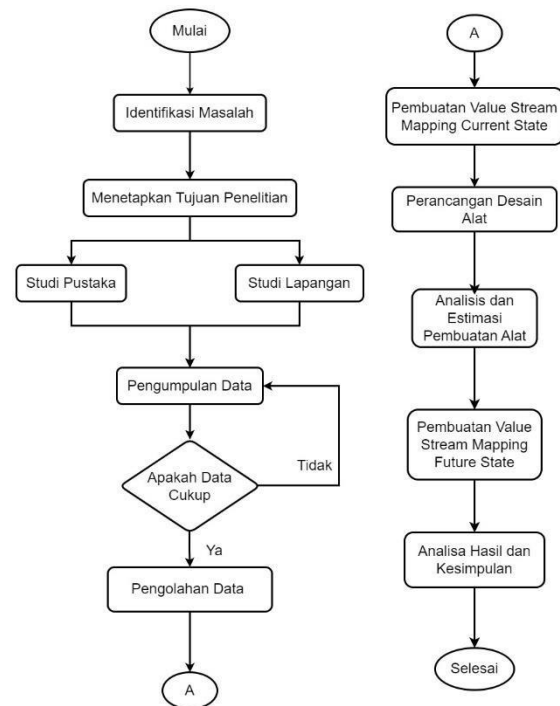
Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis *cycle time*, produktivitas dan pemborosan (*waste*) yang terjadi pada mesin *extruder* dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dan *value stream mapping* (VSM). Untuk meningkatkan efisiensi dan efektif dalam proses *extruder*.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Menghilangkan non value added yang dilakukan operator.
2. Menentukan waktu produktif tiap operator.
3. Menghilangkan pemborosan yang ada.

II. METODE PENELITIAN

Berikut pada bagian ini akan dipaparkan bagaimana alur penelitian yang akan dilakuakn dalam penelitian pada saat ini :



Gambar 4. Alur Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan langkah awal pada sebuah penelitian. Penelitian ini difokuskan pada mesin *extruder* karena dari hasil pengamatan ditemukan bahwa pada proses ini terjadi pemborosan waktu (*Loss Time*) karena operator harus menggeser gerobak *supply ribbon* secara manual dengan frekuensi yang berulang-ulang. Hal ini diakibatkan karena tidak adanya alat bantu untuk menggeser gerobak *supply ribbon* yang dapat mempengaruhi produktivitas operator dalam menghasilkan *output*.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan, dan melakukan wawancara langsung dengan *supervisor* pada departemen *long* tersebut. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini, yaitu data target produksi dan aktual produksi pada mesin *extruder*, data *cycle time* per satu gerobak, data *cycle time* per satu gulungan, massa tiap jenis *ribbon* yang digunakan, massa gerobak *supply ribbon*, data *order*, data *return ribbon* dan lain sebagainya.

2.3. Analisa Hasil

Hasil yang didapat dari pengolahan data selanjutnya akan dianalisis guna mengetahui apakah ada pengurangan *loss time* dan eliminasi *waste* terhadap proses pergeseran gerobak *supply ribbon* yang awalnya dilakukan secara manual menjadi semi otomatis dan dilakukan juga analisis tentang kenaikan produktivitas dan keuntungan yang didapat setelah adanya alat yang dirancang bangun ini.

2.4. Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan bagian terakhir dari penelitian berisi kesimpulan yang menjawab tujuan akhir dari penelitian yang dilakukan peneliti. Kemudian, pada bagian saran berisi tentang hal-hal yang bisa ditambahkan untuk penelitian selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Pengukuran waktu siklus (*cycle time*) dilakukan dengan pengamatan langsung dan metode *stopwatch time study* yaitu menggunakan bantuan *stopwatch* [5]. Data waktu siklus yang diukur terdapat pada proses pembuatan UCR atau pada mesin *extruder*. Terdapat beberapa langkah- langkah pada pembuatan UCR diantaranya mengganti gerobak kosong dengan gerobak baru yang berisi *ribbon* baru, memosisikan *ribbon* ke corong *extruder*, menimbang UCR sebanyak 30 cm, penggulangan UCR dalam bentuk roll, menggeser gerobak (tiang 2,3,4) secara manual serta menggantung dan meletakkan hasil UCR.

Pengambilan data ini dilakukan pada *ribbon* jenis GR-95 dan output (UCR) *type B*. UCR *type* ini merupakan *type* yang paling banyak diorder oleh customer, selain itu mesin *extruder* ini juga direkomendasikan oleh bagian produksi untuk dilakukan *improvement* dikarenakan terdapat permasalahan yang cukup *urgensi*. Berikut ini adalah data pengambilan waktusiklus pada mesin *extruder*.

Tabel 3. Cycle Time Mesin Extruder

Pengamatan	Total Waktu Proses
1	198
2	196
3	186
4	201
5	209
6	188
7	210
8	209
9	205
10	198

3.2. Pengolahan Data

Data yang diambil sebanyak 10 sampel untuk mempresentatitkan kondisi yang ada dalam proses data waktu siklus atau *cycle time* kemudian diuji untuk menentukan apakah data tersebut sudah mencukupi untuk proses pengolahan data selanjutnya.

1. Uji Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Jumlah data (N)} = 10$$

$$\text{Tingkat Kepercayaan}$$

$$95\% (k) = 2$$

$$\text{Tingkat Ketelitian } 5\% (s) = 0.05$$

$$N' = \left[\frac{k \sqrt{N \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{s \cdot \sum x_i} \right] \quad (1)$$

$$N' = \left[\frac{\sqrt{10 \cdot 4000000 - (2000)^2}}{0,05 \cdot 2000} \right]$$

$$N' = 2,60$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai $N' \leq N = 2,60 \leq 10$, maka dapat disimpulkan bahwa data yang dikumpulkan telah mencukup dan dapat melanjutkan pengujian lainnya untuk menyelesaikan penelitian.

2. Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah nilai sebaran data yang telah diambil dapat terdistribusi normal atau tidak. Uji ini membantu dalam menentukan apakah data yang dikumpulkan berdistribusi normal atau diambil dari populasi normal. Metode uji normalitas yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

N		10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	2.77925659
Most Extreme Differences	Absolute	.123
	Positive	.123
	Negative	-.085
Test Statistic		.123
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

Berdasarkan Tabel 4, dapat dibuat kesimpulan bahwa data terdistribusi secara normal. Hal tersebut dilihat dari nilai tes untuk proses produksi UCR adalah $0.200 > 0.05$

3. Uji Keseragaman Data

Sebelum melakukan uji keseragaman data, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai rata-rata yang dapat dibuktikan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Keterangan:

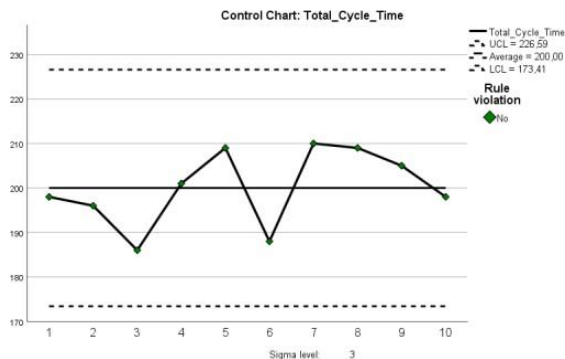
- \bar{x} = Nilai rata-rata data
- $\sum x_i$ = Jumlah rata-rata data
- N = Banyaknya data

Dalam pembuatan current state mapping, setelah melakukan perhitungan nilai rata-rata, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan standar deviasi dengan menggunakan teori matematis pada persamaan 9 sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{((N(\sum x_i)^2) - (\sum x_i)^2)}{N(N-1)}}$$

Keterangan:

- σ = Nilai standar deviasi
- $\sum x_i$ = Data ke-i
- N = Banyaknya data



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Keseragaman Data

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat nilai BKA = 226,59 dan BKB = 173,41. Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi dengan baik, karena tidak ada data yang melebihi batas atas atau batas bawah pada grafik tersebut. Mendapatkan hasil pengujian yang sesuai maka langkah selanjutnya yaitu membuat value stream mapping serta process activity mapping untuk current state.

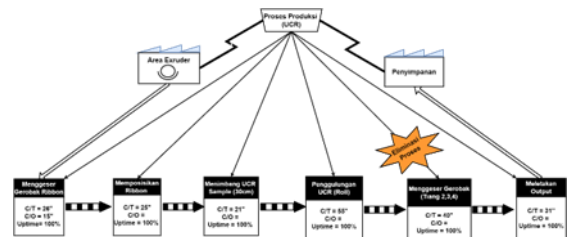
3.1. Pembuatan VSM dan PAM Current State

Current state mapping adalah representasi dari proses produksi yang sedang berjalan di Perusahaan [6]. Masalah yang ditemukan peneliti kali ini terletak pada proses produksi UCR di mesin

extruder. VSM dan PAM current state mapping ini mencakup lead time dan aliran material, serta penjelasan mengenai aktivitas seluruh proses yang sedang berlangsung.

3.2. Pembuatan VSM current state

Dalam pembuatan current state mapping, peneliti mengidentifikasi tiga kategori waktu: waktu yang memberikan nilai tambah (VA), waktu yang tidak memberikan nilai tambah (NVA), dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah tetapi penting untuk prosesnya (NNVA) [7].



Gambar 6. Value Stream Mapping Current Condition

3.3. Pembuatan PAM (process activity mapping) Current state Mapping

Process activity mapping (PAM) digunakan untuk mengidentifikasi semua aktivitas yang terjadi selama proses produksi dan mengklasifikasikannya berdasarkan jenis pemborosan yang terjadi [8]. Berikut process activity mapping pada pembuatan UCR di mesin extruder.

Tabel 5. Process Activity Mapping Current Condition

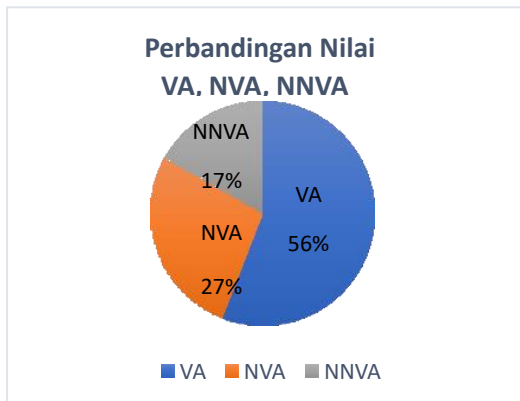
Aktivitas	Waktu	Jenis Aktivitas			
		O	D	I	A
Menggeser gerobak kosong	15		D		NVA
Menggeser gerobak baru berisi ribbon	13		D		NNVA
Memposisikan Ribbon ke corong Extruder	25	O			VA
Menimbang UCR sebanyak 30 cm	21			I	NNVA
Penggulungan UCR dalam	55	O			VA

Meletakkan HasilUCR ke gerobak	23	T	V A
Menggeser gerobak tiang 2	12	D	N V A
Menggeser gerobak tiang 3	13	D	N V A
Menggeser gerobak tiang 4	14	D	N V A

Keterangan :

O	: Operation	○
D	: Delay	◐
T	: Transportation	→
S	: Storage	▽
I	: Inspection	□

Hasil dari pemetaan PAM current state mapping yang ditampilkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai VA adalah 112 detik, NVA adalah 54 detik, dan NNVA adalah 34 detik. Perbandingan antara nilai VA, NVA, dan NNVA dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 7. Persentase Nilai VA, NVA, NNVA Current State

Berdasarkan hasil pemetaan menggunakan VSM dan PAM current state mapping, peneliti menyimpulkan bahwa nilai VA yang tercapai hanya sebesar 56% atau setengah dari keseluruhan proses. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai NVA dan NNVA cukup tinggi, yang diakibatkan oleh berbagai aktivitas yang menyebabkan pemborosan dalam proses ekstruder.

3.4. Identifikasi Waste (Pemborosan)

Setelah menganalisis menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM), peneliti mengidentifikasi adanya pemborosan yang terjadi dalam proses ekstruder

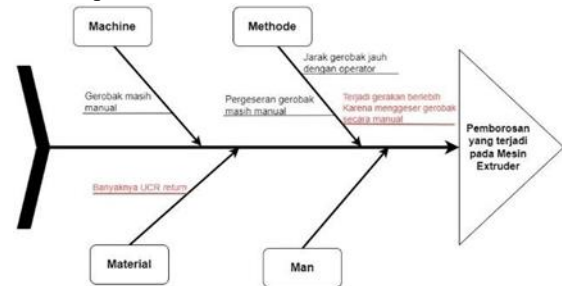
berdasarkan teori pemborosan (Waste).

Tabel 6. Identifikasi Pemborosan

Jenis Pemborosan (Waste)	Penjelasan Kegiatan Pemborosan
Produksi Berlebih pemborosan(Over Production)	Tidak ada overproduction
Menunggu (Waiting)	Tidak ada pemborosan waiting
Transportasi	Tidak ada pemborosan

3.5. Analisis Pemborosan

Untuk memahami lebih detail penyebab terjadinya pemborosan, peneliti melanjutkan dengan menganalisis dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pemborosan untuk menemukan akar penyebab dari setiap waste tersebut menggunakan diagram fishbone. Berikut ini adalah diagram fishbone yang menggambarkan waste yang terjadi selama proses ekstruder.



Gambar 8. Fishbone Diagram Pemborosan

Dari Gambar 8 tersebut dapat di lihat bahwa pemborosan-pemborosan yang terjadi sangat erat kaitannya dengan waktu proses, karena banyak pemborosan yang terjadi dari segi proses. Adapun pemborosan waktu (Loss time) dapat di lihat dari rata-rata waktu proses kerja satu siklus pada tabel.

Tabel 7. Rata-rata Cycle Time Proses Extruder

Aktivitas	Waktu (Detik)
Memindahkan Gerobak Kosong	15
Menggeser Gerobak Baru Berisi Ribbon	13
Memposisikan Ribbon ke corong Extruder	25
Menimbang UCR sebanyak 30 cm	21
Penggulungan UCR dalam Bentuk Roll	55
Menggunting Hasil UCR	8
Meletakkan Hasil UCR ke gerobak	23

Menggeser Gerobak Tiang 2	12
Menggeser Gerobak Tiang 3	13
Menggeser Gerobak Tiang 4	14

Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa proses yang memiliki nilai NVA yaitu proses yang ditandai warna, sebanyak 54 detik waktu terpakai untuk proses yang tidak memiliki nilai tambah (NVA), dimana waktu ini juga bisa terhitung loss time pada proses extruder. Jika dibreakdown lagi loss time ini sangat berpengaruh pada target produksi.

Selain itu pemborosan yang paling signifikan terlihat yaitu pada ribbon return (Ribbon yang harus digiling kembali, karena volume dan ukuran yang tidak sesuai dengan standar), berikut data return ribbon pada bulan april.

3.6. Process Activity Mapping Future State

Dapat dilihat pada Tabel

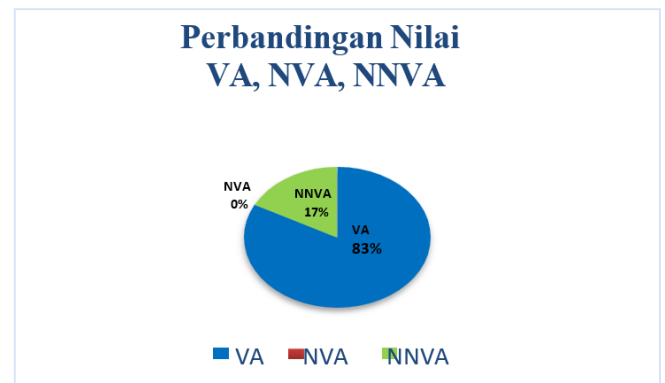
Tabel 8. Proses AMFS

Aktivitas	Waktu (Detik)	Jenis Aktivitas					Keterangan
		O	D	T	S	I	
Tabel							
Memindahkan gerobak kosong	15		D				NNVA
Menggeser gerobak baru berisi ribbon	13		D				NNVA
Memosisikan ribbon ke corong extruder	25	O					VA
Menimbang UCR sebanyak 30 cm	21	O					VA
Penggulungan UCR dalam bentuk roll	55	O					VA
Menggunting hasil UCR	8	O					VA
Meletakkan hasil UCR ke Gerobak	23			T			VA
Total	160						
% Value Added	83%						
%Non Value Added	0%						
%Necessary/Added	Non						

Keterangan :

O	: Operation	○
D	: Delay	◐
T	: Transportation	➡
S	: Storage	▽

Gambar 9. Process Activity Mapping Future State



Berdasarkan hasil pemetaan VSM dan PAM *future state mapping*, peneliti menyimpulkan bahwa nilai *Value Added* (VA) yang diperoleh adalah sebesar 83%. Sementara itu, nilai *Non-Value Added but Necessary* (NNVA) mencapai 17%. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah peneliti melakukan perbaikan, nilai VA dapat ditingkatkan lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Selain itu, nilai NNVA dapat dikurangi dan nilai *Non-Value Added* (NVA) dapat dihilangkan sepenuhnya. Dengan kata lain, perbaikan yang dilakukan mampu meningkatkan efisiensi secara

Keseluruhan dengan memaksimalkan kegiatan yang tidak bernilai tambah namun diperlukan, serta menghilangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah.

3.7. Inspection

Dari **Tabel 9**, diperoleh nilai *Value Added* (VA) sebesar 133 detik, sedangkan nilai *Non-Value Added but Necessary* (NNVA) sebesar 28 detik, dan *Non-Value Added* (NVA) telah dihilangkan seluruhnya. Hasil pemetaan PAM *future state* ini mencerminkan perbaikan yang dilakukan oleh peneliti, yang berhasil menghilangkan NVA. Perbandingan antara nilai VA, NVA, dan NNVA

Analisis Hasil Penelitian Dari hasil perhitungan diatas, dapat dianalisis bahwa rancang alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* dengan pendekatan *lean manufacturing*, efektif dalam menurunkan

waktu proses pada mesin *extruder*. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi dan pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah[9]. Perbaikan ini dapat dilihat dengan membandingkan aktivitas sebelum dan sesudah *improvement*. *Lead time* keseluruhan juga menunjukkan penurunan yang signifikan. Sebelum perbaikan, proses *extruder* memakan waktu lebih lama. Setelah implementasi *lean manufacturing*, waktu yang dibutuhkan

berkurang drastis. Ini menunjukkan bahwa pendekatan *lean manufacturing* dapat meningkatkan efisiensi proses. Dengan demikian, alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* yang dirancang ini membawa manfaat nyata dalam penghematan waktu dan peningkatan produktivitas.

Perbandingan aktivitas sebelum dan sesudah *improvement*

Tabel 10. Sebelum dan sesudah *improvement*

Aktivitas	Sebelum Improvement	Sesudah Improvement	Keterangan
Menggunting hasil UCR	8 detik	8 detik	Tidak ada perubahan waktu
Meletakkan hasil UCR ke gerobak	23 detik	23 detik	Tidak ada perubahan waktu
Memindahkan gerobak kosong	Ada	Ada	Aktivitas tetap dilakukan
Menggeser gerobak baru berisi ribbon	12 detik	0 detik	Dihilangkan
Menggeser gerobak tiang 2	13 detik	0 detik	Dihilangkan
Memposisikan ribbon ke corong extruder (gerobak tiang 3)	14 detik	0 detik	Dihilangkan
Menimbang UCR sebanyak 30 cm	Ada	Ada	Aktivitas tetap dilakukan
Penggulungan UCR dalam bentuk roll	Ada	Ada	Aktivitas tetap dilakukan
Meletakkan hasil UCR ke gerobak	Ada	Ada	Aktivitas tetap dilakukan
Menggeser gerobak tiang 2	Ada	Tidak ada	Dihilangkan
Menggeser gerobak tiang 3	Ada	Tidak disebut	Asumsi dihilangkan jika tidak disebut

Perbedaan aktivitas proses extruder sebelum dan sesudah improvement terlihat jelas sebelum improvement proses yang meliputi menggeser gerobak tiang 2 ,menggeser gerobak tiang 3, menggeser tiang 4. Setelah improvement semua aktivitas tersebut dihilangkan dan digantikan dengan menggunakan alat bantu penggeser otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil mengurangi proses penggeseran grobak secara otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil mengurangi proses penggeseran gerobak secara manual yang ada sebelumnya.

Tabel 11. Perbandingan waktu sebelum dan sesudah improvement

Aktivitas	Sebelum improvement	Setelah improvement
Memindahkan gerobak kosong	15	15
Menggeser gerobak baru berisi <i>ribbon</i>	13	13
Memposisikan <i>ribbon</i> ke corong <i>extruder</i>	25	25
Menimbang UCR sebanyak 30 cm	21	21
Penggulungan UCR dalam	55	55

Ada sebelum dan sesudah improvement sangat terlihat jelas. Dimana sebelum improvement, total lead time untuk proses extruder mencapai 200 detik. Namun, ada setelah dilakukan improvement, lead time berkurang drastis menjadi 160 detik. Hasil ini ada menunjukkan adanya pengurangan waktu yang signifikan pada proses extruder setelah dilakukan tidak perbaikan. Ada/dihilangkan Grafik perbandingan waktu sebelum dan sesudah dilakukan improvement :

Gambar 11 menunjukkan penurunan waktu yang berjalan pada proses *extruder*. Waktu yang diperlukan untuk proses *extruder* sebelum perbaikan adalah 200 detik, dan waktu yang diperlukan setelah perbaikan adalah 160 detik. Jadi dapat di simpulkan bahwa adanya pengurangan waktu pada proses *extruder* sebanyak 40 detik. Efisiensi waktu yang dihasilkan dari *improvement* yang dilakukan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Efisiensi Waktu = \left(\frac{Waktu Lama - Waktu Baru}{Waktu Lama} \right) \times 100\% \quad (4)$$

$$Efisiensi Waktu = \left(\frac{200 - 160}{200} \right) \times 100\%$$

$$Efisiensi Waktu = 0,20 \text{ atau } 20 \%$$

Jadi, efisiensi waktu yang dihasilkan dari perbaikan yang dilakukan yaitu meningkat sebesar 20%. Peningkatan ini juga berpengaruh terhadap peningkatan output atau produktivitas dari operator, target yang sebelumnya tidak tercapai dan permintaan yang tidak terpenuhi mengalami perubahan dan peningkatan dari yang sebelumnya hanya mencapai 6113 roll perbulannya sekarang dapat mencapai hingga 8000 roll perbulan, peningkatan output yang didapatkan yaitu sebesar 1887 roll perbulannya. Untuk perhitungan dari peningkatan produktivitas dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$Produktivitas = \left(\frac{Output Baru - Output Lama}{Output Lama} \right) \times 100\% \quad (5)$$

$$Produktivitas = \left(\frac{6113 - 1887}{6113} \right) \times 100\%$$

$$Produktivitas = 0,69 \text{ atau } 69\%$$

Peningkatan produktivitas dari adanya perbaikan baik dari segi proses maupun dari segi waktu pada mesin extruder adalah sebesar 69%. Dengan adanya alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* ini peningkatan-peningkatan pada mesin *extruder* sangat signifikan terlihat terutama dari segi produktivitas.

3.8. Perhitungan Biaya Pembuatan Alat

Pada bagian ini, akan dibahas secara mendetail mengenai berbagai jenis biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon*. Detail biaya serta penjelasan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* dilihat pada Lampiran. Untuk anggaran biaya secara ringkasnya dapat di lihat pada Tabel.

Tabel 12. Rician Biaya Pembuatan Alat

No	Komponen	Biaya
1	Biaya Material	Rp 22.547.500
2	Biaya Produksi dan Perakitan	Rp 10.000.000
3	Biaya Tenaga Kerja	Rp 15.000.000
4	Biaya Overhead	Rp 2.452.500
	Total	Rp 50.000.000

Dalam pengembangan alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon*, analisis *Break-Even Point* (BEP) menjadi sangat penting untuk menentukan titik di mana pendapatan total dari adanya alat ini sama dengan total biaya yang dikeluarkan. Melalui analisis BEP, dapat diketahui berapa banyak unit yang akan dihasilkan oleh alat bantu penggerak untuk menutupi semua biaya tetap dan variabel dalam produksi serta mulai menghasilkan keuntungan. Berikut perhitungan BEP sesuai dengan ketentuan perusahaan.

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Pendapatan Tambahan per Bulan}} \quad (6)$$

$$BEP = \frac{Rp\ 50.000.000}{Rp\ 28.089.882}$$

$$BEP = 1,8$$

- Biaya Tetap = Rp 50.000.000
- Harga Jual Per Unit = Rp. 14.886
- Aktual Produksi Tanpa Alat Bantu = 6113
- Kenaikan Produksi Akibat Alat Bantu = 1887
- Pendapatan Tambahan = Rp. 28.089.882
- BEP = 1,8

Jadi dengan adanya alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* ini menunjukkan potensi untuk menjadi investasi yang menguntungkan dalam waktu relatif singkat, yaitu hanya dalam 1,8 bulan setelah dioperasikan. Hasil dari penerapan alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* pada proses ekstruder menunjukkan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi produksi. Alat ini meningkatkan produksi dari 6113 rol menjadi 8000 roll (kenaikan sebesar 1887 rol), yang secara langsung meningkatkan pendapatan tambahan sebesar Rp 28.089.882 per bulan. Dengan adanya peningkatan ini, perusahaan dapat mencapai titik impas (BEP) dalam waktu 1,8 bulan. Periode balik modal yang singkat ini menunjukkan bahwa investasi dalam alat bantu penggerak tersebut cepat memberikan pengembalian yang sepadan dengan biaya awal yang dikeluarkan, yaitu Rp 50.000.000. Penerapan alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* pada proses *extruder* merupakan langkah strategis yang membawa dampak positif bagi efisiensi dan profitabilitas perusahaan. Dengan waktu balik modal yang singkat, yaitu hanya 1,8 bulan, alat ini membuktikan dirinya sebagai investasi yang menguntungkan. Keuntungan berkelanjutan yang dihasilkan setelah mencapai titik impas memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan pendapatan dan profitabilitas perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan dapat mempertimbangkan untuk terus berinvestasi dalam teknologi dan alat bantu serupa untuk memastikan keberlanjutan dan daya saing di pasar yang semakin kompetitif.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah menganalisis pemborosan dalam proses pembuatan UCR (proses ekstruder) sebelum perbaikan, peneliti menemukan beberapa jenis pemborosan, yaitu pemrosesan berlebih, gerakan yang tidak efisien, dan produk cacat. Rancangan alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* yang dikembangkan oleh peneliti mampu mengatasi pemborosan ini dan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk proses ekstruder.
2. Dengan adanya alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon* ini, waktu yang diperlukan untuk proses ekstruder berkurang secara signifikan, dari 200 detik menjadi 160 detik. Peningkatan efisiensi ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi inovatif dapat secara efektif meningkatkan produktivitas.
3. Produk yang di hasilkan sebelum adanya alat bantu penggerak gerobak hanya mencapai 6113 roll UCR perbulan, sedangkan setelah adanya alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon*, output yang dihasilkan meningkat sebanyak 8000 roll UCR. Diperkirakan produktivitas mengalami peningkatan sebanyak 31% karena adanya alat bantu penggerak gerobak *supply ribbon*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Suhendi, D. Hetharia, and I. A. Marie, "Perancangan Model Lean Manufacturing Untuk Mereduksi Biaya Dan Meningkatkan Customer Perceived Value," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i1.3023.
- [2] U. M. M. U. S. L. Y. & Y. Padang, "RANCANG BANGUN GANTRY CRANE PORTABLE GUNA MENGURANGI CYCLE TIME PADA PROSES PENGERINGAN DI INDUSTRI MANUFAKTUR.," vol. 3, pp. 55–66, 2022.
- [3] R. Novitasari and I. Iftadi, "Analisis Lean Manufacturing untuk Minimasi Waste pada Proses Door PU," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 6, no. 1, pp. 65–74, 2020, doi: 10.30656/intech.v6i1.2045.
- [4] J. Kurnia and I. G. A. Widyadana, "Identifikasi Dan Eliminasi Pemborosan Dengan Menggunakan Kombinasi Metode Value Stream Mapping (Vsm) Dan Cost Time Profile (Ctp): Studi Kasus Di Pt SabeIndonesia," *Dimens. Utama Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 168–183, 2022, doi: 10.9744/duts.9.2.168-183.
- [5] N. Baldah, H. Amaruddin, and S. Sutaryo, "Pendekatan Value Stream Mapping Pada Optimalisasi Proses Dan

- Peningkatan Produktivitas,” *Mak. J. Manaj.*, vol. 7, no. 2, pp. 136–144, 2021, doi: 10.37403/mjm.v7i2.342.
- [6] R. D. Astuti and F. S. Apriliana, “Penerapan Value Stream Mapping (VSM) Untuk Mengurangi Keterlambatan Proses Pengadaan Barang dan Jasa di PT X (Studi Kasus Pengadaan Barang dan Jasa A4100000121),” *PERFORMA Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 1, pp. 61–69, 2018, doi: 10.20961/performa.17.1.21510.
- [7] W. H. Firdaus and B. E. Putro, “Analisis Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM) pada Pabrik Kerajinan Sangkar Burung,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Ind.*, pp. 799–808, 2023.
- [8] Y. Maulana, “Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan,” *J. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2, no. 2, 2019, doi: 10.31602/jieom.v2i2.2934.
- [9] M. Yola, F. Wahyudi, and M. Hartati, “Value Stream Mapping untuk Mereduksi Waste Dominan dan Meningkatkan Produktivitas Produksi di Industri Kayu,” *J. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 112–118, 2017