

# EVALUASI EFISIENSI WASTE KOMPONEN RANGKA 450 CRS DENGAN METODE VALUE STREAM MAPPING DI PT PLTP

Sinta Restuasih<sup>1</sup>, Kun Harjiyanto<sup>2</sup>, Juhri<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Teknik Industri, Jakarta Global University

<sup>1</sup> korespondensi: [sinta@jgu.ac.id](mailto:sinta@jgu.ac.id)

## ABSTRACT

*One important indicator that affects the quality of a company is the productivity produced by the company. However, in the implementation of the production process for the Rangka 450 CSR product at PT PLTP, the resulting keluaran often does not reach the production target because some waste is still found which hinders the production process thereby affecting productivity levels. The purpose of this research was to identify and provide suggestions for improvements to reduce or eliminate waste using lean Manufacturing methods. Based on the identification result, the dominant waste is proven to be on the process of waiting, transportation. The lean Manufacturing methods used in this research are Seven Waste Tools and Value Stream Mapping (VSM). Based on the data processing using methods mentioned above, the researcher obtained recommendations for improvements that can reduce lead time by 1,95 hours and increase productivity by 18.14%.*

*Keywords: Waste, Lean, VSM, Efficiency*

## ABSTRAK

*Salah satu indikator penting yang mempengaruhi kualitas suatu perusahaan adalah produktivitas yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Namun pada implementasi proses produksi produk Rangka 450 CSR di PT PLTP, sering kali keluaran yang dihasilkan tidak mencapai target produksi karena masih ditemukan beberapa waste yang menghambat proses produksi sehingga mempengaruhi tingkat produktivitas. Tujuan penelitian ini ialah mengidentifikasi serta memberikan usulan perbaikan untuk mengeliminasi atau mereduksi waste dengan pendekatan lean Manufacturing. Sebagai hasil identifikasi awal, ditemukan pemborosan yang paling besar adalah waiting dan transportasi. Pendekatan metode lean Manufacturing pada penelitian ini yaitu Seven Waste Tools dan Value Stream Mapping (VSM). Dari hasil pengolahan data dengan metode tersebut, didapatkan usulan perbaikan sehingga bisa mengurangi lead time produksi sebesar 1,95 h dan meningkatkan produktivitas sebesar 18,14%.*

*Kata Kunci: Waste, Lean, VSM, Efisiensi*

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan suatu perusahaan dalam menjalankan bisnisnya dapat diukur dari produktivitasnya. Kuantitas input dan keluaran dalam proses produksi berkaitan erat dengan produktivitas. Bila input yang digunakan berkurang namun menghasilkan keluaran yang tetap atau bahkan lebih banyak, maka produktivitas akan meningkat. Supaya keluaran yang dihasilkan pada proses produksi dapat memenuhi target produksi, maka perlu dilakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*)

untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) yang ada saat berlangsungnya proses produksi (1).

Objek dalam penelitian ini adalah PT PLTP yang merupakan perusahaan pengecoran logam dan manufaktur yang bergerak di bidang energi. Perusahaan pengecoran logam ini menggunakan sistem tarik (*pull system*), yaitu barang yang diproduksi harus dalam jumlah dan waktu yang tepat karena mengutamakan waktu produksi pada stasiun kerja. Namun, pada implementasinya, sering kali keluaran yang dihasilkan tidak mencapai

target produksi karena masih ditemukan beberapa pemborosan yang menghambat proses produksi sehingga mempengaruhi tingkat produktivitas. Pemborosan yang ditemukan dapat mengakibatkan bertambahnya waktu proses produksi (*lead time*) sehingga produk yang dihasilkan tidak mencapai target produksi dan menghambat waktu pengiriman produk kepada pelanggan. Selain itu, pemborosan lain, adanya waktu untuk proses pendinginan (*cooling*) yang cukup lama sehingga diperlukan tindakan memanfaatkan waktu pendinginan yang terjadi pada proses pengecoran serta melakukan perbaikan waktu pendinginan tersebut agar lebih efisien dan efektif.

Untuk menghilangkan pemborosan pada proses produksi, peneliti menggunakan konsep perbaikan berkelanjutan dalam mengoptimalkan nilai tambah (*added value*) bagi perusahaan maupun pelanggan. Salah satu perbaikannya yaitu dengan penerapan konsep *Lean Manufacturing* (2) melalui metode menghilangkan pemborosan, maka proses produksi akan semakin efektif sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian ini akan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) berdasarkan konsep *Lean Manufacturing* sebagai *tools* untuk mengidentifikasi dan menganalisis pemborosan pada proses produksi. Penerapan *Lean* dengan menghilangkan delapan jenis limbah; transportasi, inventaris, gerak, menunggu, *overprocessing*, *overproduction*, cacat, dan keterampilan yang tidak digunakan. Penerapan *lean* akan meningkatkan kualitas

dan kinerja, mengurangi kerusakan mesin dan proses, tingkat inventori yang lebih rendah, lebih sedikit ruang yang dibutuhkan, efisiensi lebih tinggi, kepuasan pelanggan bertambah, peningkatan motivasi dan keterlibatan karyawan, keuntungan lebih tinggi dan banyak lagi (3).

### **Proses Pengecoran (*Casting*)**

Pengecoran merupakan teknik pembuatan produk dengan pencairan logam dalam tungku peleburan lalu dituang ke cetakan yang bentuknya serupa dengan bentuk asli dari produk yang dibuat. Proses ini terdiri dari beberapa langkah, sebagai berikut:

#### ***Pouring***

Proses penuangan cairan logam (*pouring*), temperatur cairan aluminium pada *crucible* tungku pembakaran (*furnace*) suhu 680 °C sampai 800 °C, cetakan (*dies*) sudah diatur dengan benar pada troli.

#### ***Bandsaw***

Produk atau komponen hasil dari proses *pouring* masih menempel atau jadi satu dengan bagian lainya seperti *runner*, *raiser*, *gas-vent* dan lain-lainnya, profil produk tersebut harus dipisahkan dari *runner* dan *raiser* dengan cara memotong bagian tertentu.

#### ***Finish***

Proses penghalusan atau dengan menggunakan mesin amplas, tujuannya untuk menghilangkan bagian-bagian yang tajam misalnya pada bagian *parting line* cetakan dan juga bekas potongan.

### ***Lean Manufacturing***

*Lean* merupakan pendekatan untuk menemukan dan mereduksi *waste* maupun kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dengan melakukan perbaikan berkelanjutan dengan mengolah produk (material, input dan keluaran barang *Work In Progress* atau *WIP*) dan informasi dengan metode tarik maupun faktor internal maupun eksternal lainnya demi mencapai kesempurnaan dan keunggulan.

*Lean Manufacturing* yaitu segala hal yang berkaitan dengan pengurangan *waste*, perbaikan berkelanjutan dan meningkatkan hubungan penyedia dengan pelanggan melalui pemberian kualitas produk dan jasa yang lebih baik dan pelayanan yang tepat waktu.

Manfaat dari implementasi *lean Manufacturing* antara lain mengurangi biaya, mengurangi cacat produk, mengurangi *lead time*, mengurangi *cycle time*, mengurangi *waste*, mengurangi barang *WIP*, mengurangi aktivitas *non value added*, meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas tenaga kerja, ruang, serta fasilitas lebih maksimal (4).

### **Tujuh Pemborosan (*Seven Waste Tools*)**

*Waste* atau pemborosan adalah suatu aktivitas atau tindakan pada proses produksi maupun produknya tidak memberikan nilai tambah (*value added*) atau sesuatu yang tidak seharusnya dibayar oleh pelanggan (5). Pemborosan merupakan alat aktivitas kerja yang tidak menambah nilai untuk mengubah input menjadi keluaran di sepanjang proses bisnis maupun *value stream*.

Berdasarkan jenisnya, aktivitas kegiatan tersebut dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

*Value-added activities* (VA), sebagai kegiatan yang memberikan nilai tambah bagi pelanggan pada proses produksi.

Kegiatan *Non value-added activities* (NVA), merupakan pemborosan yang harus dieliminasi karena terdiri dari aktivitas yang tidak diperlukan dan tidak memiliki *value*.

Kegiatan *Necessary non value-added activities* (NNVA), aktivitas yang perlu dilakukan namun tidak memberikan *value*.

Dalam pendekatan *lean*, prinsip utamanya ialah pengurangan *waste*. *Waste* diklasifikasikan dalam tujuh kategori, diantaranya:

1. *Waiting time (delay)*, waktu menunggu dapat disebabkan oleh alur produksi yang tidak seimbang.
2. *Overproduction*, *waste* yang terjadi apabila produksi yang dijalankan melebihi permintaan *customer* sehingga mengakibatkan adanya penumpukan produk.
3. *Overprocessing*, disebabkan oleh adanya aktivitas yang tidak dikehendaki *customer*.
4. *Defect*, merupakan pemborosan produk *defect* yang menyebabkan ketidakpuasan *customer*.
5. *Motion*, pemborosan berupa Gerakan-gerakan oleh pekerja yang tidak ergonomis dan tidak diperlukan sehingga memperpanjang waktu proses.

6. Persediaan (*Inventory*), pemborosan stok karena semakin tinggi persediaan yang disimpan, biaya juga semakin banyak.
7. Transportasi, disebabkan oleh pergerakan di area produksi atau transportasi yang tidak teratur.

### **Value Stream Mapping (VSM)**

*Value Stream Mapping* ialah *tool* sederhana yang berfungsi membantu manajer produksi dalam memahami aliran proses produksi sekarang sekaligus membantu dalam menganalisis untuk melakukan peningkatan aliran prosesnya agar di masa depan akan lebih baik (6), sedangkan *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan *tool* dari manajemen kualitas untuk mengurangi *waste* dan melakukan perbaikan serta memetakan jalur produksi masing-masing stasiun kerja produk bagi perusahaan (7).

VSM terdapat dua tahap pemetaan (*mapping*) yaitu *current state value stream mapping* dan *future state value stream mapping*. Tujuan dari dilakukannya kedua pemetaan berikut adalah sebagai perbandingan antara pemetaan awal dengan pemetaan akhir agar dapat mengetahui *waste* mana yang sudah dan *waste* mana yang belum teratasi dalam proses produksi.

### **Perhitungan Waktu Produksi**

Dalam perhitungan waktu produksi, harus mempertimbangan sebagai berikut:

#### *a) Waktu Siklus (Cycle Time)*

Waktu siklus merupakan nilai waktu yang digunakan untuk mengerjakan produksi satu

unit dari awal sampai akhir. Dengan mendapatkan nilai waktu siklus maka dapat dengan mudah untuk melakukan perbaikan *cycle time reduction* (8).

#### *b) Takt Time*

*Takt time* merupakan maksimal waktu yang bisa disetujui untuk mengerjakan pesanan pelanggan.

#### *c) Lead Time*

*Lead time* merupakan waktu menunggu yang dihitung saat permintaan dari awal dibuat sampai berakhir saat pengiriman.

### **Produktivitas**

Pengertian produktivitas adalah gambaran hubungan antara keluaran hasil (jumlah produksi barang dan atau jasa) dengan input ataupun sumber (modal, jumlah tenaga kerja, mesin, bahan baku, energi, dan lain-lain) untuk mendapatkan hasil tersebut. Selain itu, produktivitas kerja merupakan perbandingan antara keluaran dengan input, dimana keluarannya harus mempunyai nilai tambah dan teknik pengerjaannya yang lebih baik.

Pengukuran produktivitas tenaga kerja dapat dilakukan dengan rumus berikut (9):

$$\text{Produktivitas} = \frac{(\text{Keluaran} \times \text{Waktu Standar})}{(\text{Jumlah Tenaga Kerja} \times \text{Waktu Kerja})} \dots\dots\dots [1].$$

### **METODE**

Penelitian dilakukan dengan studi lapangan atau kegiatan observasi secara langsung pada area produksi di PT PLTP serta melakukan

wawancara dengan beberapa pihak perusahaan. Melalui observasi secara langsung dan wawancara tersebut, peneliti dapat menemukan masalah yang ada pada perusahaan pengecoran logam.

Dari data yang diterima penulis saat melakukan observasi, selanjutnya dilakukan analisis data dengan tahap pertama dengan melakukan uji kecukupan data. Uji kecukupan data dapat dilakukan pada data waktu pengukuran yang telah didapatkan untuk mengetahui apabila data tersebut sudah memenuhi kecukupan untuk dipakai dalam menghitung waktu baku. Rumus (10) untuk menguji kecukupan data sebagai berikut:

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

Keterangan:

N' : Nilai pengukuran yang diperlukan

N : Nilai pengukuran yang telah dikerjakan

S : Tingkat ketelitian

K : Tingkat keyakinan

Xi : Data ke-i

Setelah informasi tersebut diyakini cukup, tahap selanjutnya yaitu membuat *Current Value Stream Mapping* (CVSM), analisis pemborosan dan penyebabnya dengan *Seven Waste Tools*, membuat usulan perbaikan, dan terakhir membuat *Future Value Stream Mapping* (FVSM).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data Proses Produksi

Pengambilan data waktu produksi dilakukan secara berkali-kali dengan mengambil 40 data sampel waktu menggunakan *stopwatch* karena waktu yang digunakan untuk melakukan produksi tidak selalu sama, sehingga menggunakan waktu rata-rata dari keseluruhan sampel data waktu proses produksi.

#### a. Rata-rata waktu siklus tiap proses

Waktu siklus rata-rata setiap prosesnya seperti pada tabel 1.

**Tabel 1: Waktu Siklus Proses**

<i>Proses</i>	<i>Waktu (detik)</i>
<i>Loading</i>	202,5
<i>Melting</i>	3200
<i>Pouring</i>	747
<i>Open Dies &amp; Release</i>	577
<i>Bandsaw</i>	960
<i>Linish</i>	1900

#### b. *Changeover Time*

Waktu untuk melakukan setiap tahapan produksi dan pergantian tahapannya seperti tabel 2.

**Tabel 2: *Changeover Time***

Proses	Waktu (s)	Keterangan
Gudang - <i>Loading</i>	281,5	pemindahan material dari gudang
<i>Loading - Melting</i>	600	<i>Loading</i> material ke tungku pembakaran
<i>Melting - Pouring</i>	900	Pemindahan cairan material ke cetakan
<i>Pouring - Open Dies &amp; Release</i>	2.748	Penuangan dan pengeringan cairan
<i>Open Dies &amp; Release</i> – cek visual	197	Pengecekan secara visual
Cek visual – Taruh di troli	400	Tumpuk di troli
Taruh di troli – <i>Bandsaw</i>	7.616	Penurunan temperatur, <i>Waste Cooling time</i>
<i>Bandsaw - Linish</i>	960	Pemindahan produk ke area <i>linish</i>

### c. Jumlah Operator

Banyaknya operator pada setiap proses seperti pada tabel 3.

**Tabel 3: Jumlah Operator Produksi**

Proses	Operator
<i>Loading</i>	1
<i>Melting</i>	1
<i>Pouring</i>	2
<i>Open Dies &amp; Release</i>	2
<b>Tumpuk di Trolley</b>	2
<i>Bandsaw</i>	1
<i>Linish</i>	1

Operator pada proses *pouring*, *open dies & release*, dan tumpuk di troli adalah dua orang operator yang sama karena masih dalam satu bagian.

### d. Available Time

*Available time* adalah waktu kerja bersih yang tersedia dan benar-benar digunakan untuk kegiatan produksi.

$$\begin{aligned} \text{Available time} &= \text{jam kerja} - \text{jam istirahat} \\ &= 9 \text{ Jam} - 1 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$= 8 \text{ Jam}$$

### Uji Kecukupan Data

Dalam penelitian ini, data memiliki derajat ketelitian yakni sebesar 5% dan tingkat keyakinan 95%, sehingga  $k \approx 2$  yang berarti 95% percaya bahwa data informasi yang telah didapatkan akan mempunyai error maksimal kira-kira sebesar 5%. Berikut hasil uji kecukupan data bagi waktu siklus pada setiap proses sesuai tabel 4.

**Tabel 4: Hasil Uji Kecukupan Data**

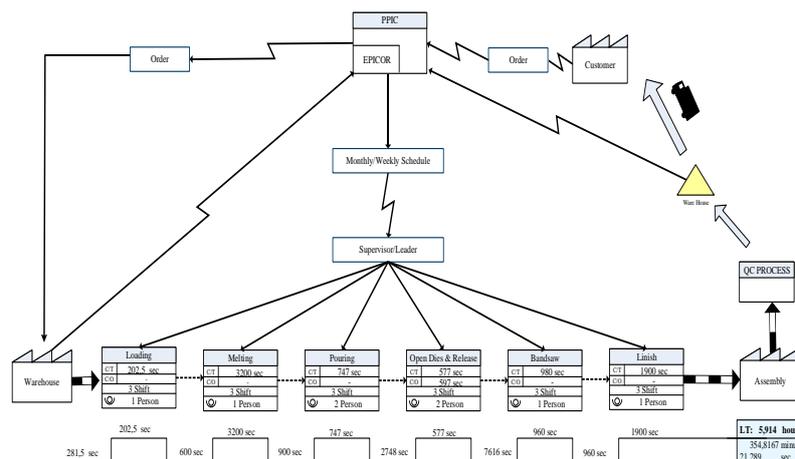
Proses Bisnis	N'	Keterangan
<i>Loading</i>	18,290	cukup
<i>Melting</i>	11,875	cukup
<i>Pouring</i>	6,684	cukup
<i>Open Dies &amp; Release</i>	5,051	cukup
<i>Bandsaw</i>	2,569	cukup
<i>Linish</i>	2,216	cukup

**Current State Value Stream Mapping (CVSM)**

CVSM berisi tentang aliran data informasi dan aliran fisik yang meliputi alur proses produksi antar stasiun kerja, waktu siklus produksi tiap stasiun kerja, dan jumlah operator mulai dari

menerimaan barang berupa *raw material* hingga proses pengemasan barang jadi.

Dalam penelitian ini, VSM dibuat dalam hitungan 20 unit rangka 450 CSR sehingga waktu proses yang terdapat pada VSM dibawah merupakan waktu untuk membuat 20 unit produk, sesuai gambar 1.



**Gambar 1: Current State Value Stream Mapping (CVSM)**

Bagian produksi melakukan proses produksi mulai dari mendatangkan material aluminium *ingot*, proses *loading* material ke dalam tungku pembakaran, proses *melting*, proses *pouring*, proses *open dies & releasase* dengan *changeover time* berupa waktu pemeriksaan kualitas visual produk, proses *bandsaw*, proses *linish*, untuk kemudian dilanjutkan menuju lini perakitan (*assembly*), proses pengecekan kualitas, pemindahan produk

*finish good* ke gudang dan selanjutnya dilakukan pengiriman ke pelanggan.

Total waktu aktivitas yang bernilai tambah (VA) sebesar 7.586,5 s atau 2,10 h, serta total waktu aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) dan tidak bernilai tambah namun diperlukan (NNVA) sebesar 13.105,5 s atau 3,64 h. Total *lead time* untuk memproduksi 20 *unit* produk Rangka 450 CSR selama 20.692 s atau 5,74 h.

Untuk mengetahui tingkat produktivitas kerja dari faktor waktu proses yang dialami saat ini, maka perlu dilakukan perhitungan produktivitas mulai dari proses *pouring* sampai dengan *linish*. Waktu standar sesuai standar di perusahaan mulai dari *pouring* sampai dengan *linish* untuk menghasilkan 1 unit adalah 0,144054 h, sedangkan pada implementasinya proses tersebut memakan waktu selama 16.105 s atau 0,2237 h yang dikerjakan oleh empat operator selama delapan jam waktu kerja. Proses tersebut menghasilkan *keluaran* sebanyak 71 unit produk. Tingkat produktivitas dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{71 \times 0,14405}{4 \times 8} \times 100\% \\ &= 31,96\% \end{aligned}$$

### Identifikasi Waste menggunakan Tools

#### Seven Waste

Identifikasi beberapa *waste* yaitu, sebagai berikut:

- a. *Waste waiting* (Pemborosan karena waktu menunggu)
  - 1) Proses pengeringan (menunggu perubahan cairan aluminium pada *dies* yang perlahan membeku dan keras setelah proses *pouring*). Cairan aluminium yang dituang ke dalam cetakan temperaturnya adalah 680 °C lalu berangsur menurun dan material aluminium akan membeku sampai temperatur 280 °C, dan waktu yang dibutuhkan adalah 137,4 s. Akumulasi untuk 20 unit produk Rangka 450 CRS membutuhkan waktu adalah 2.748 s.

- 2) Proses *cooling time* (menunggu produk yang ada pada troli temperaturnya turun dan aman saat dikerjakan pekerja setelah proses *open dies* dan *release*). Produk Rangka 450 CRS yang baru dikeluarkan dari cetakan dan ditumpuk pada troli temperaturnya 280 °C. Produk tersebut akan dibiarkan dulu sampai temperaturnya turun dan aman pada temperatur sekitar 32 °C, waktu yang dibutuhkan untuk proses pendinginan secara alami ini adalah 3.630 s setiap satu unit nya atau satu jam lebih sedikit. Setiap trolley berisi 20 unit produk rangka 450 CRS yang ditumpuk dan disusun ke atas, dengan cara penyusunan seperti ini maka akan memberikan efek waktu menunggu yang lebih lama lagi, karena produk rangka 450 CRS yang lebih dahulu disusun dan temperaturnya sudah turun akan berada di posisi bawah dan produk yang baru dikeluarkan dari cetakan dan masih panas akan berada di posisi atas. Pekerja *bandsaw* hanya bisa mengambil produk pada tumpukan yang paling atas terlebih dahulu. Apabila diakumulasikan, waktu pendinginannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu pendinginan} &= \text{VA pengeringan} + \text{VA} \\ &\text{open dies \& release} + \text{changeover time check} \\ &\text{visual NVA tumpuk di troli} + \text{NVA cooling} \\ &\text{time (penurunan temperatur sampai 32°C)} \end{aligned}$$

$$= 2.748 + 577 + 597 + 464 + 3.630$$
$$= 7.616 \text{ s}$$

- b. *Excessive transportation* (*waste* karena perpindahan barang). Pemborosan yang muncul karena proses perpindahan produk dari cetakan ke troli yang banyak terjadi selama proses produksi.

### Usulan Perbaikan

Proses penurunan temperatur produk membutuhkan waktu yang cukup lama sebelum produk tersebut bisa dilakukan proses selanjutnya karena proses *bandsaw* baru bisa dilakukan apabila temperatur produk sudah aman untuk dikerjakan oleh operator. Oleh karena itu, perlu dilakukan langkah untuk mempercepat penurunan temperatur produk.

Salah satu konsep usulannya dengan memanfaatkan aliran udara ke arah produk untuk membuang hawa panas melalui blower yang bisa diatur ke arah troli yang berada di area pengecoran. Untuk memenuhi hal tersebut, dilakukan percobaan pembuangan hawa panas terhadap produk Rangka 450CRS dengan media udara yang didapatkan dari *fan blower*.

Untuk menyeimbangkan *flow process* di lini pengecoran dan mengatasi masalah antrian troli pada proses *bandsaw*, maka diusulkan beberapa perbaikan, diantaranya:

- a. Membuat konveyor yang bisa menahan produk dengan temperatur panas sampai 300 °C.

- b. Pada bagian bawah kompresor dilengkapi dengan blower yang bisa mempercepat proses pendinginan produk.
- c. Konveyor dilengkapi dengan pengaturan kecepatan sehingga produk sampai ke lokasi pekerja *bandsaw* temperaturnya sudah turun dan aman dikerjakan.
- d. Dilakukan penataan kembali pada area kerja. Penempatan mesin *bandsaw* digeser guna memberikan ruang untuk konveyor dan meningkatkan tingkat kenyamanan dan keamanan kerja bagi operator produksi.

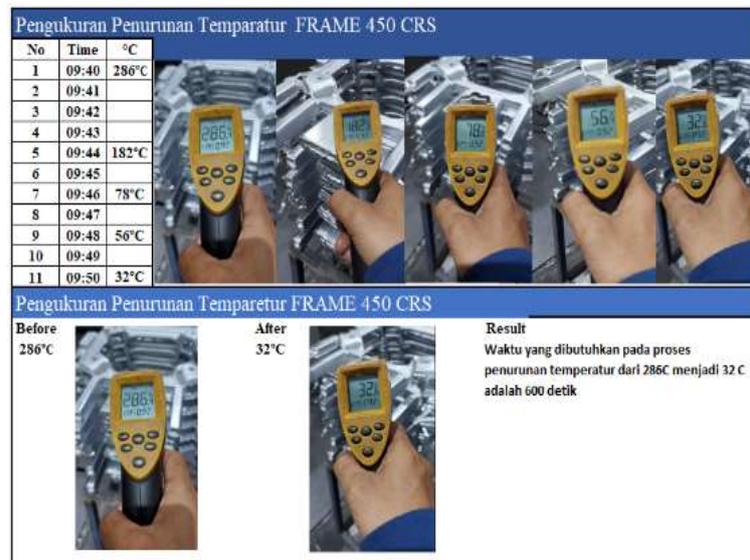
Keuntungan dari usulan tersebut antara lain:

- a. Menyeimbangkan *flow process* di lini pengecoran (dari proses *pouring* sampai *bandsaw*).
- b. Menghilangkan ketergantungan pada troli untuk menumpuk produk.
- c. Menghilangkan *waste waiting* dari *open dies* dan *release* ke *bandsaw* dengan mempercepat proses *cooling time* produk
- d. Meningkatkan kenyamanan dan keamanan bagi operator produksi di area kerja.

### Tindakan Perbaikan Proses (*Process Improvement*)

Untuk memperkuat analisa dari usulan perbaikan tersebut, maka dilakukan simulasi perbaikan untuk mempercepat penurunan temperatur produk dengan menambahkan aliran udara ke produk. Percobaan dilakukan dengan menggunakan prinsip pembuangan hawa panas melalui blower yang bisa diatur ke arah produk yang berada di area pengecoran. Hasil dari percobaan pada gambar 2 menyatakan bahwa dengan usulan perbaikan

dapat mengurangi waktu *cooling time* produk dari waktu rata-rata 3.600 s menjadi 600 s.



**Gambar 2: Perubahan Suhu pada Produk Saat Dilakukan Percobaan**

Hasil dari percobaan perbaikan pada Gambar 2 di atas, antara lain:

- Proses pendinginan lebih efisien dibandingkan sebelumnya, dari 7.616 s menjadi 600 s, proses ini mampu meningkatkan produktivitas sebesar 18,14%.
- Spesifikasi blower minimum yang digunakan adalah blower yang sudah terpasang dan tersedia di lokasi produksi, namun, jika menggunakan spesifikasi lebih tinggi baik dari daya dan diameter kipas saat itu di atas 16 *inch*, diduga akan menghasilkan laju aliran lebih tinggi dalam perpindahan panas.

***Future State Value Stream Mapping (FVSM)***

Setelah identifikasi pemborosan dan merancang usulan perbaikan guna mengurangi waktu *non-value added* (NVA) dan *necessary but non-value added* (NNVA),

maka selanjutnya adalah membuat *Future State Value Stream Mapping* supaya dapat diketahui proses mengalirnya produksi Rangka 450 CSR pada lini *casting* setelah diberikan usulan.

Pada FVSM proses produksi 20 unit Rangka 450 CSR, aliran kerja tidak berubah yaitu tetap 6 stasiun kerja, begitupun dengan aliran informasi yang tidak mengalami perubahan. Selain itu, terdapat perubahan pada waktu aktivitas *Value Added* (VA) membutuhkan total waktu menjadi 8.183,5 s atau 2,27 h, sedangkan untuk NNVA dan NVA membutuhkan waktu total 6.089,5 s atau 1,7 h, sehingga total produksi keseluruhan adalah 3,97 h.

Untuk mengetahui tingkat produktivitas kerja dari waktu proses setelah dilakukan perbaikan berdasarkan usulan, maka perlu dilakukan perhitungan produktivitas mulai dari proses *pouring* sampai dengan *linish*. Jumlah total

waktu mulai dari *pouring* sampai dengan *linish* untuk menghasilkan satu unit adalah 16.105 s atau 0,1262 h yang dikerjakan oleh empat operator selama delapan jam waktu kerja. Proses tersebut menghasilkan keluaran sebanyak 127 unit produk. Berdasarkan hal tersebut, maka perhitungan produktivitasnya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{127 \times 0,1262}{4 \times 8} \times 100\% \\ &= 50,10\% \end{aligned}$$

Persentase ini mengalami kenaikan dari yang sebelumnya, kondisi aktual produktivitasnya 31,96% dengan usulan perbaikan maka produktivitasnya menjadi 50,10% sehingga terdapat peningkatan produktivitas sebesar 18,14%.

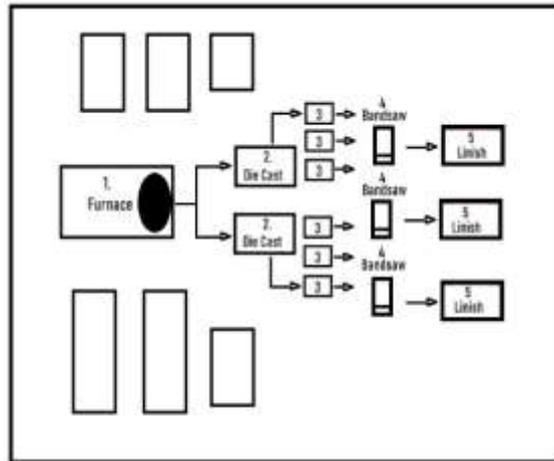
Perbedaan waktu pada CVSM dan FVSM ada pada proses *changeover* (menumpuk produk pada troli) yaitu sebanyak 597 s dan proses *colling time* (menunggu penurunan temperatur produk) sebanyak 7.016 s seperti tabel berikut, sesuai tabel 5.

**Tabel 5: Selisih Waktu CVSM dengan FVSM (dalam detik)**

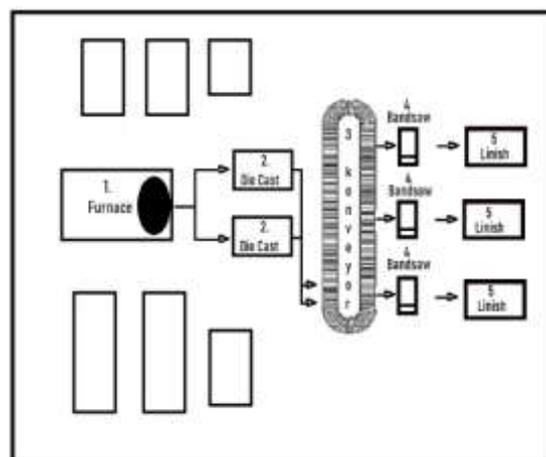
Value add	Non value add	Current VSM (s)	Future VSM (s)	Selisih (s)
	Perpindahan material dari gudang	281,5	281,5	0
<b>Loading</b>		202,5	202,5	0
	Loading material ke tungku pembakaran	600	600	0
<b>Melting</b>		3200	3200	0
	Pemindahan cairan aluminium ke cetakan	900	900	0
<b>Pouring</b>		747	747	0
	Pengeringan cairan aluminium pada cetakan	2.748	2.748	0
<b>Pembukaan dies dan release</b>		577	577	0
	Change over	597	0	597
<b>Bandsaw</b>		960	960	0
	Pemindahan produk ke area linish	960	960	0
<b>Linish</b>		1900	1900	0

Berikut gambar 3 dan 4 yang menunjukkan perbandingan waktu proses saat ini dengan waktu proses dengan penerapan usulan.





Gambar 5: *Current Layout*



Gambar 6: *Usulan Tata Letak*

Pada usulan tata letak gambar 6, operator akan mengambil produk rangka 450CRS tersebut dari cetakan, lalu memeriksanya secara visual dari cacat akibat proses. Bila produk tersebut tidak terlihat cacat, maka operator meletakkan produk tersebut pada konveyor. Pada bagian

bawah konveyor tersebut sudah dilengkapi dengan blower.

Berikut merupakan gambar 6, konveyor yang dilengkapi dengan blower dan sirkuit elektrik untuk mengatur kecepatannya.



Gambar 7: *Usulan Tata Letak Konveyor Dan Blower*

Tindak lanjut dari penelitian *lean* tersebut adalah mendapatkan umpan balik dari tindakan penghilangan *waste* tersebut, kemudian hasilnya dibagikan kepada anggota tim lainnya. Tetapkan dan standardisasikan seluruh konsep aktivitas *lean* tersebut untuk menghasilkan produk yang berkualitas

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hasil identifikasi pemborosan yang terjadi adalah *Waste waiting time* pada proses pengeringan cairan aluminium dari temperatur 680 °C sampai 290 °C yang membutuhkan waktu 2.748 s untuk proses produksi 20 unit dan *waste waiting time* pada proses *cooling* yang dilakukan dengan menumpuk produk di troli hingga 20 unit membutuhkan waktu 3.630 s/unit. Proses ini memakan waktu yang cukup lama karena perlu menunggu proses pendinginan terlebih dahulu. Apabila diakumulasikan, waktu pendinginan sebesar 7.616 s. Diperlukan penjadwalan/penugasan lain bagi operator agar tidak menunggu proses pendinginan tersebut.

Selain itu, *Waste excessive transportation* muncul karena proses perpindahan produk dari cetakan ke troli. Dalam mengatasi pemborosan yang telah diidentifikasi tersebut, diusulkan untuk mengatasi *waste excessive transportation* dengan cara membuat konveyor sebagai pengganti troli yang bisa menahan produk dengan temperatur panas

sampai 300 °C dan dilengkapi dengan pengaturan kecepatan supaya saat produk sampai ke lokasi pekerja *bandsaw* temperturnya sudah turun dan aman dikerjakan. Pada bagian bawah kompresor dilengkapi dengan blower yang bisa mengalirkan udara untuk mempercepat proses pendinginan produk. Berdasarkan hasil tes percobaan, usulan ini mampu mengurangi *waste waiting time* pada proses pendinginan dari yang mulanya memerlukan waktu 7,616 s menjadi 600 s dan mampu meningkatkan produktivitas sebesar 18,14%. Selain itu dilakukan usulan perbaikan tata letak pada area kerja. Penempatan mesin *bandsaw* digeser guna memberikan ruang untuk konveyor dan meningkatkan tingkat kenyamanan dan keamanan kerja bagi operator produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Masuti PM, Dabade UA. *Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping At Excavator Manufacturing Company*. Dalam: *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd; 2019. Hlm. 606–10.
2. Nurdiansyah D, Fatimah Sarahn, Nurwiyanti H, Fauzi M. *Usulan Efisiensi Waste Proses Produksi Bed Sheet Di PT. ABC Menggunakan Metode Value Stream Mapping*. *Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*. Maret 2022;2(1):93–106.
3. Kadarova J, Demecko M. *New Approaches In Lean Management*. *Procedia Economics And Finance*. 26 November 2016;39:11–6.
4. Gupta S, Jain SK. *A Literature Review Of Lean Manufacturing*. *International*

- Journal Of Management Science And Engineering Management. 2013;8(4):241–9.
5. Gaiardelli P. 'Faster, Better, Cheaper' In *The History Of Manufacturing: From The Stone Age To Lean Manufacturing And Beyond*. Production Planning & Control. 25 Januari 2018;29(2):184–184.
  6. Deshkar A, Kamle S, Giri J, Korde V. *Design And Evaluation Of A Lean Manufacturing Framework Using Value Stream Mapping (VSM) For A Plastic Bag Manufacturing Unit*. Dalam: *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd; 2018. Hlm. 7668–77.
  7. Pradana PA, Chaeron M, Khanan MSA. *Implementasi Konsep Lean Manufacturing Guna Mengurangi Pemborosan Di Lantai Produksi*. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Juni 2018;11(1):14–8.
  8. Zuniawan A, Julyanto O, Suryono YB, Fitri Ikatrinasari Z. *Implementasi Value Stream Mapping Pada Manufaktur Belt Conveyor Part Untuk Mengurangi Cycle Time*. Vol. 5, *Journal Industrial Servicess*. 2020.
  9. Juwardi U, Rahmat Adnan S, Rachman T, Derajat Amperajaya M, Erni N, Rasjidin R, Dkk. *Perhitungan Waktu Baku Dan Penentuan Produktivitas Pada Pengerjaan Pembersihan Kaca Gedung X Standard Time Calculation And Determination Of Productivity For Glass Cleaning Works Of Building X*. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*. 8.
  10. Wignjosoebroto S. *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Jakarta: Guna Widya; 2003.