

**USULAN PERBAIKAN PROSES DAUR ULANG ALUMINIUM MENJADI  
DUDUKAN BENANG DI ART ALUMINIUM CASTING (ARTAL CAST) CIMAH  
UNTUK MENGURANGI WASTE MENGGUNAKAN LEAN MANUFACTURING**

**IMPROVEMENT SUGGESTION OF ALUMINIUM RECYCLE PROCESS BECOMING  
THREAD HOLDER IN ART ALUMINIUM CASTING (ARTAL CAST) CIMAH FOR  
DECREASING WASTE BY APPLYING LEAN MANUFACTURING**

Arie Gede Putra<sup>1</sup>, Rino Andias Anugraha ST., MM.<sup>2</sup>, Murni Dwi Astuti ST., MT.<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom  
ariegedeputra90@gmail.com

**Abstrak**

*Art Aluminium Casting* atau yang dikenal dengan *Artal Cast* merupakan perusahaan yang bergerak dibidang daur ulang aluminium dengan memanfaatkan sampah berbahan aluminium yang sudah tidak terpakai. Salah satu produk yang diminati oleh konsumen adalah *part* mesin pabrik berupa duduk benang. Berdasarkan informasi dari *Art Aluminium Casting* diketahui sering terjadi keterlambatan penyelesaian pesanan konsumen. Keterlambatan terjadi karena operator tidak mampu memenuhi waktu standar yang telah ditetapkan. Ditemukan pemborosan (*waste*) pada proses daur ulang aluminium menjadi duduk benang.

*Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping* digunakan untuk menemukan pemborosan atau *waste* yang terjadi diproses daur ulang aluminium di *Artal Cast*. Dari *Value Stream Mapping* diketahui terdapat kegiatan *non value added* sebesar 16% atau 605,5 detik dan kegiatan *value added* 84% atau 3223,2 detik dengan *lead time* 3828,7 detik. Dari *Process Activity Mapping*, ditemukan pemborosan *Delay* dan *Transportation* masing-masing sebesar 9,5% dan 6,5%.

Untuk menghilangkan pemborosan yang ada pada proses daur ulang aluminium menggunakan *Lean Manufacturing*. *Value Stream Mapping future state* menunjukkan bahwa persentase kegiatan *value added* meningkat menjadi 99% dengan waktu 3244,1 detik dengan *lead time* 3263,4 detik. *Process Activity Mapping future state* menunjukkan bahwa *Delay* dapat tereliminasi dan *Transportation* berkurang menjadi 1% dengan waktu 32,634 detik.

**Kata Kunci :** *Waste, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Non Value Added, Value Added, Lead Time.*

**Abstract**

*Art Aluminum Casting, known as Artal Cast is a company engaged in recycling of aluminum use aluminum trash. One of the product that interest by the consumer is the form of factory machinery spare thread holder. Based on information from the Art Aluminum Casting known that frequent delays to fulfill consumer orders. Delay occurred because operator is not able to fulfill the standards set time. It is found waste in the recycling process of aluminum into the thread holder.*

*Value Stream Mapping and Process Activity Mapping is used to find waste that occurs in the process of recycling aluminum in Artal Cast. From Value Stream Mapping known non-value added activities is 16% or 605.5 seconds and 84% value added activities or 3223.2 seconds with lead time 3828.7 seconds. From Process Activity Mapping, found wastage Delay and Transportation respectively 9.5% and 6.5%.*

*To eliminate the existing waste in aluminum recycling process Lean Manufacturing is used. Value Stream Mapping the future state indicates that the percentage of value added activities increased to 99% or 3244.1 seconds with lead time 3263.4 seconds. Process Activity Mapping the future state indicates that the delay can be eliminated and Transportation reduced to 1% or 32.634 seconds.*

**Keywords:** *Waste, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Non Value Added, Value Added, Lead Time.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Art Aluminium Casting* atau biasa disebut Artal Cast merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang daur ulang aluminium yang berada di daerah Cibeureum, Cimahi. Perusahaan ini telah berdiri sejak bulan Februari 1998 yang awalnya berada di daerah Cicaheum, sebelum akhirnya pindah pada bulan April 2004 ke daerah Cibeureum. Usaha yang sudah berkembang lebih dari 16 tahun ini telah memproduksi berbagai macam produk yang terbuat dari aluminium diantaranya peralatan untuk mesin tekstil dan piala dengan spesialisasi teknik pengecoran.

Berawal dari pembuatan kunci untuk duplikasi yang terbuat dari bahan aluminium hingga mulai memproduksi *merchandise* seperti gantungan kunci serta pembuatan piala dengan daur ulang aluminium. Semakin lama industri ini semakin berkembang dengan adanya permintaan produksi untuk suku cadang peralatan tekstil, namun perkembangan dibidang produksi tersebut tidak diikuti dengan pelayanan pengerjaan pesanan yang semakin baik. Masih banyak terdapat keterlambatan dalam penyelesaian pesanan.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan ketidakmampuan operator memenuhi target produksi yang ditetapkan dikarenakan waktu pengerjaan melebihi waktu standar yang sudah ditetapkan. Terjadi selisih waktu antara waktu standar dan waktu yang dibutuhkan untuk membuat dudukan benang dengan daur ulang aluminium.

Tabel 1 Waktu Pembuatan Dudukan Benang Dengan Daur Ulang Aluminium

No	Kegiatan	Waktu Standar (menit)	Waktu Pengerjaan (menit)
1	Pembersihan	15	21
2	Peleburan	10	16
3	Pencetakan	15	20
4	Pemeriksaan	5	8
5	Pengemasan	5	5
	<b>Total Waktu</b>	<b>50</b>	<b>70</b>

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat waktu standar yang dibutuhkan untuk membuat satu produk berupa dudukan benang dari hasil daur ulang aluminium adalah 50 menit dan waktu pengerjaan aktual 70 menit. Selisih waktu tersebut terjadi karena ada aktivitas didalam *work station* yang menyebabkan alur produksi tidak berjalan secara efisien dan optimal, antara lain *delay*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, dan *unnecessary motion*. Aktivitas- aktivitas tersebut didalam proses produksi merupakan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*). Segala kegiatan *non value added* dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang lini produksi (*value stream*) disebut sebagai pemborosan (*waste*) (Gasperz, 2011).

*Waste* didalam lini produksi dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan dan bisa diperbaiki menggunakan *Lean Manufacturing* (Markovitz, 2011). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memberikan beberapa perbaikan, sehingga *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium di Artal Cast dapat berkurang dan dapat dihilangkan.

### 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium?
2. Apa saja penyebab *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium?
3. Bagaimana usulan perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium.
2. Mengidentifikasi penyebab *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium.
3. Merumuskan rekomendasi perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi *waste* yang terjadi pada proses daur ulang aluminium.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pihak Artal Cast memperoleh informasi mengenai pemborosan yang terjadi pada proses daur ulang aluminium.
2. Pihak Artal Cast memperoleh usulan mengenai perbaikan yang dapat dilakukan pada proses daur ulang aluminium.
3. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian berikutnya.

### 1.5 Batasan Masalah

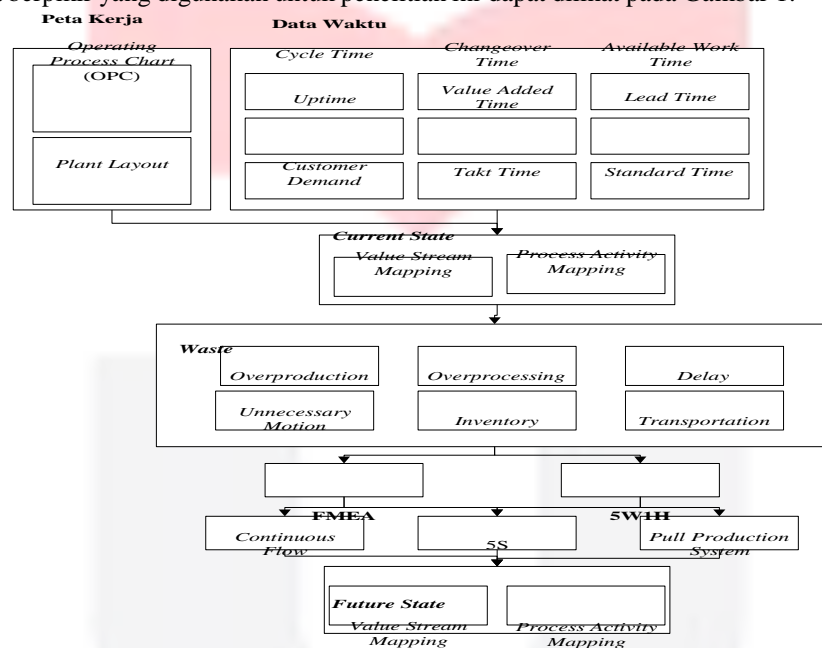
Batas masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya sampai pada tahap penentuan usulan perbaikan.
2. Penelitian ini hanya pada proses daur ulang aluminium menjadi dudukan benang.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Model konseptual berguna untuk mengidentifikasi dan mengurai komponen yang berguna dalam penelitian. Model konseptual dijadikan sebagai kerangka berpikir untuk menggambarkan dan menguraikan suatu konsep.

Berikut kerangka berpikir yang digunakan untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Model Konseptual

Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini tergambar pada model konseptual yang ada pada Gambar 1. Berdasarkan model konseptual, data waktu yaitu *cycle time*, *changeover time*, *value added time*, *lead time*, *uptime*, *available work time*, *standard time*, *takt time*, *customer demand*, beserta peta kerja yaitu *Operating Process Chart (OPC)* dan *plant layout* dibutuhkan untuk memahami proses daur ulang aluminium agar *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping current state* dapat dibuat.

*Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping current state* kemudian dianalisis menggunakan analisis *waste*. Dari analisis *waste* dicari prioritas *waste* terbesar dengan menggunakan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dan penyebab pemborosan dicari menggunakan *5W1H*.

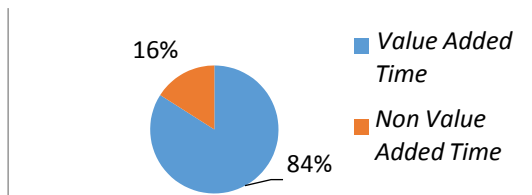
Setelah penyebab pemborosan ditemukan maka diberikan rekomendasi dengan menggunakan *continuous flow*, *5S*, dan *pull production system* untuk menghilangkan pemborosan. *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping future state* dibuat untuk menunjukkan keadaan proses daur ulang aluminium setelah rekomendasi.

## 3. ANALISIS DAN REKOMENDASI

### 3.1 Analisis Hasil Pengolahan Data

#### 3.1.1 Analisis Value Stream Mapping-Current State

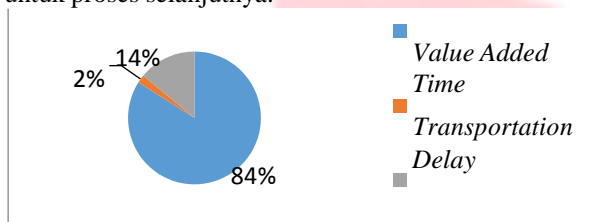
Berdasarkan hasil VSM, terlihat bahwa persentase *value added time* adalah **84%** yaitu sebesar **3223,2 detik** dan persentase *non value added time* adalah sebesar **16%**. Kegiatan *non value added* pada proses produksi disebabkan oleh adanya pemborosan (*waste*), melalui *value stream mapping current state* ini dapat dilihat pemborosan tersebut berupa *overprocessing* dan *transportation*.



Gambar 2 Persentase *Value Added Time* dan *Non Value Added Time* VSM *Current State*

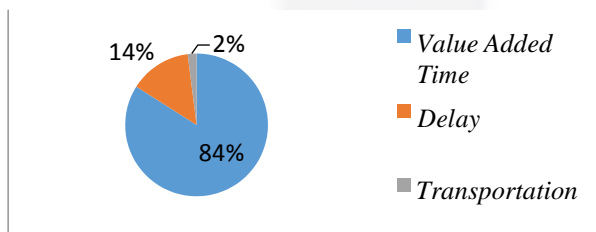
### 3.1.2 Analisis Hasil *Process Activity Mapping (PAM)*-*Current State*

Persentase *non value added time* terdiri dari *transportation* dan *delay*. *Transportation* terjadi karena adanya perpindahan komponen secara manual yang dilakukan oleh operator dari satu *work station* ke *work station* lainnya. *Delay* komponen terjadi pada proses pencetakan dan pembongkaran, dimana pada masing-masing proses tersebut operator harus menunggu sampai komponen dingin dan bisa dibawa secara manual menggunakan tangan untuk proses selanjutnya.



Gambar 3 Persentase Aktivitas Berdasarkan PAM Komponen

Berdasarkan Gambar V.2, persentase *non value added time* terdiri dari *transportation* dan *delay*. *Transportation* terjadi karena adanya perpindahan yang dilakukan operator secara manual dari satu *work station* ke *work station* lainnya. Operator harus membawa komponen untuk dilakukan proses selanjutnya. *Delay* operator terjadi pada proses pencetakan dan pembongkaran, dimana pada masing-masing proses tersebut operator harus menunggu sampai komponen dingin dan bisa dibawa secara manual menggunakan tangan untuk proses selanjutnya.



Gambar 4 Persentase Aktivitas Berdasarkan PAM Operator

### 3.1.3 Analisis Pemborosan *Waste*

1) *Delay* terjadi pada komponen dan juga operator. Pada proses daur ulang aluminium komponen dan operator saling menunggu pada tahap pencetakan dan pembongkaran cetakan. Operator menunggu cetakan sampai dingin supaya bisa dilanjutkan ke proses selanjutnya, dan komponen (hasil cetakan) menunggu untuk dilakukan proses selanjutnya.

2) *Transportation* pada proses daur ulang aluminium dilakukan secara manual oleh operator. Transportasi manual dilakukan karena adanya jarak antar *work station* yang menghabiskan waktu dan tenaga karena operator harus berjalan untuk mengantarkan komponen ke proses selanjutnya.

3) *Overprocessing* pada proses pemotongan awal sisa hasil cetakan. Proses pemotongan tidak efisien karena pada proses selanjutnya akan dilakukan penghalusan di *work station* yang berbeda. Proses pemotongan dapat digabungkan dengan proses penghalusan.

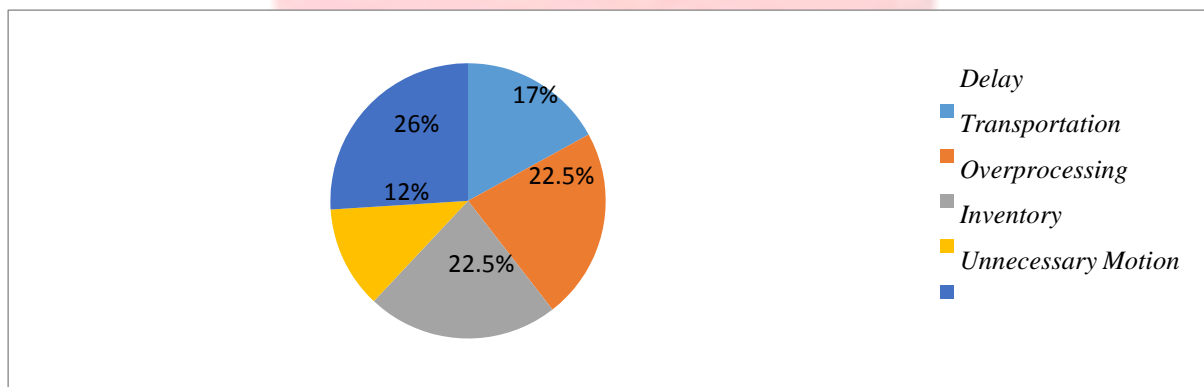
4) *Inventory* banyak yang berada pada lantai produksi. Hal ini terjadi karena seluruh komponen yang akan diproduksi tidak disimpan di gudang. Pekerjaan operator jadi terhambat dan membuang-buang waktu karena ruang kerja yang sempit. *Inventory* yang menghambat jalan juga mengakibatkan terganggunya proses transportasi yang dilakukan secara manual oleh operator untuk melakukan proses selanjutnya.

5) *Unnecessary Motion*, operator harus sering berjalan dan berputar untuk mengambil dan mengantar komponen. Hal ini dilakukan karena terdapat jarak antara *work station*, sehingga transportasi harus dilakukan secara manual oleh operator untuk melanjutkan proses produksi.

### 3.1.4 Analisis Prioritas Pemborosan (Waste) Berdasarkan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Tabel 2 *Failure Mode Effect Analysis* Proses Daur Ulang Aluminium

<i>Potential Problem</i>	Penjelasan	S	O	D	Total S x O x D
<i>Delay</i>	Kegiatan menunggu	6	6	7	252
<i>Transportation</i>	Perpindahan komponen atau operator dari satu proses ke proses berikutnya	7	8	6	336
<i>Overprocessing</i>	Proses atau aktivitas yang tidak efisien	8	6	7	336
<i>Inventory</i>	Persediaan <i>inventory</i> berlebih	5	6	6	180
<i>Unncessary Motion</i>	Gerakan operator atau mesin yang tidak menambah nilai tetapi menambah <i>lead time</i>	7	8	7	392
<b>Total</b>					<b>1496</b>



Gambar 5 Persentase *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) Proses Daur Ulang Aluminium

Pemborosan tertinggi adalah *unnecessary motion*. *Unnecessary motion* dianggap sebagai pemborosan yang harus diutamakan karena dapat menyebabkan kelelahan dan mempengaruhi kinerja operator pada saat melakukan pekerjaan. Setelah itu pemborosan yang harus diperbaiki secara berurutan adalah *overprocessing*, *transportation*, *delay* dan *inventory*.

### 3.1.5 Analisis Penyebab Pemborosan (Waste)

Tabel 3 Penyebab Pemborosan Berdasarkan 5W1H

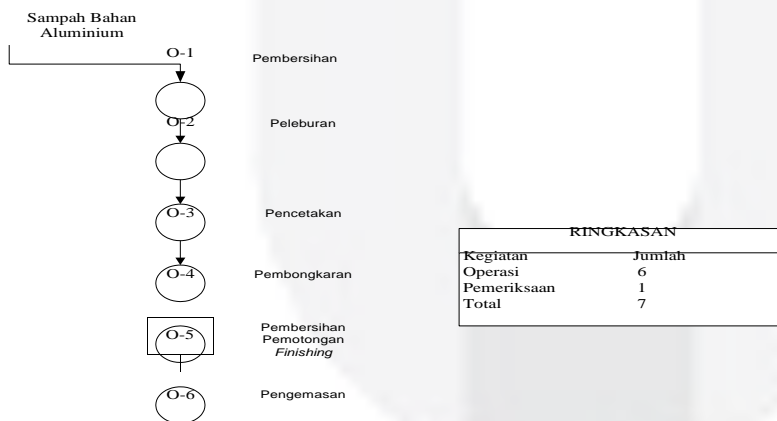
Apa	Siapa	Kapan	Di mana	Mengapa	Bagaimana
Bahan menunggu tindakan	Operator peleburan	Setelah sampah aluminium dibersihkan dan sebelum peleburan	Diproses peleburan	Alat yang digunakan tidak berada di tempat seharusnya	Alat yang akan digunakan dirapikan di tempat yang seharusnya
Komponen menunggu tindakan	Operator pembongkaran cetakan	Setelah proses pencetakan	Diproses pembongkaran cetakan	Komponen ditunggu sampai dingin untuk dilanjutkan proses selanjutnya	Operator dapat melakukan kegiatan untuk membantu cetakan supaya cepat dingin

Operator melakukan gerakan yang tidak perlu	Operator pembersihan	Saat proses menunggu komponen dingin	Diproses pembongkaran cetakan	Operator melakukan kegiatan yang tidak berhubungan dengan proses produksi	Operator dapat melakukan kegiatan untuk membantu cetakan supaya cepat dingin
Komponen menunggu tindakan	Operator finishing	Setelah proses pemotongan dan sebelum finishing	Diproses finishing	Proses pemotongan tidak efisien dan dapat digabungkan dengan proses finishing	Pengaturan tata letak mesin
Komponen menunggu tindakan	Operator pengemasan	Setelah proses finishing dan sebelum pengemasan	Diproses finishing	Terdapat jarak yang harus ditempuh operator	Pengaturan plant layout

**3.2 USULAN**

**3.2.1 Continuous Flow**

PETA PROSES OPERASI	
Nama Objek	: Dudukan Benang
Nomer Peta	: 01
Dipetakan Oleh	: Arie Gede Putra
Tanggal Pembuatan	: 31 Desember 2014



Gambar 6 Operating Process Chart (OPC) Proses Daur Ulang Aluminium Menjadi Dudukan Benang Usulan

**3.2.2 5S**

- 1) *Seiri* (Ringkas) : Barang yang tidak diperlukan atau tidak dibutuhkan untuk produksi saat ini ditandai dengan label merah (*red tag*) sehingga setiap orang dapat secara jelas melihat apa yang perlu dibuang atau dipindahkan.
- 2) *Seiton* (Rapi) : Setelah barang-barang yang tidak diperlukan disingkirkan atau dibuang maka langkah selanjutnya adalah merapikan tempat kerja, yaitu dengan menstandarkan tempat penyimpanan. Setiap mesin dan setiap tempat penyimpanan memerlukan tempatnya sendiri. Diperlukan rak untuk bagian-bagian tertentu dari proses daur ulang aluminium agar tidak berserakan.
- 3) *Seiso* (Resik) : Tujuan dari *Seiso* adalah menghilangkan debu dan kotoran dan menjaga agar tempat kerja selalu bersih. Tanggung jawab perlu dibagikan secara merata kepada setiap operator yang bekerja. Resik dilakukan setiap hari sebelum proses produksi dimulai. Lingkungan kerja yang bersih dan rapi akan memberikan kenyamanan bagi operator dan memudahkan mereka dalam bekerja.



4) *Seiketsu* (Rawat) : *Seiketsu* atau Rawat adalah mempertahankan tempat kerja yang telah dirapikan dan dibersihkan dengan Ringkas, Rapi dan Resik. Perlu dibuat daftar yang mengingatkan operator akan keperluan memeriksa dan melakukan aturan kebersihan yang telah mereka jalankan.

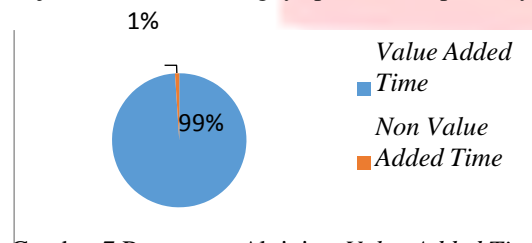
5) *Shitsuke* (Rajin) : Aktivitas ini dimaksudkan untuk menanamkan kedisiplinan pada operator dan memunculkan kebiasaan untuk tetap menjalankan 5S. Pengawas dapat berkeliling dan melakukan pemeriksaan mengenai berjalannya 5S secara mendadak. *Checklist* perlu dibuat untuk memudahkan pengawas dalam memeriksa ketertiban pelaksanaan aktivitas 5S.

### 3.2.3 Sistem Produksi Tarik (*Pull Production System*)

Agar tidak terdapat inventori berlebih pada sistem daur ulang aluminium, perlu diberlakukan sistem produksi tarik (*pull production system*). Biasanya bahan-bahan yang akan digunakan untuk proses daur ulang aluminium diletakkan semuanya di tempat penyimpanan yang beresiko membuat inventori rusak dan memperbesar biaya produksi. Dengan *pull production system* maka bahan yang digunakan untuk proses daur ulang aluminium dapat dikurangi sesuai dengan permintaan pelanggan, sehingga dapat menghilangkan biaya inventori yang tentunya menguntungkan buat perusahaan.

### 3.2.4 Value Stream Mapping-Future State

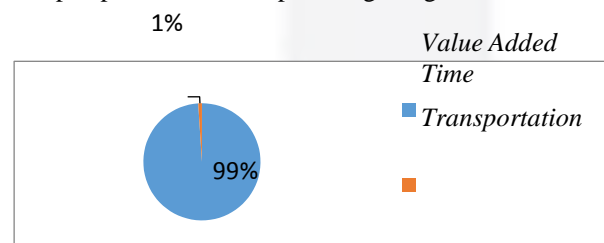
Setelah penggabungan proses pemotongan dengan *finishing* dan juga pemeriksaan di satu *work station* terlihat jelas perbedaan *value added time* yang dihasilkan. Berdasarkan *Value Stream Mapping Future State* (usulan) *lead time* yang dihasilkan **3263,4 detik** dengan *value added time* **99%** atau sebesar **3244,1 detik**. Hal tersebut terjadi karena berkurangnya proses transportasi yang dilakukan operator dan juga komponen.



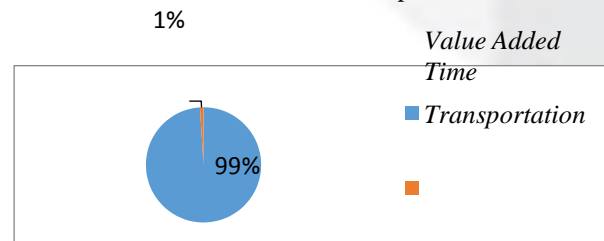
Gambar 7 Persentase Aktivitas *Value Added Time* Usulan

### 3.2.5 Process Activity Mapping-Future State

Berdasarkan hasil PAM yang direkomendasikan, *waste* transportasi berkurang karena *layout* telah diperbaiki. Operator dan komponen tidak perlu lagi banyak melakukan transportasi karena *work station* telah disusun rapi mengikuti alur produksi. Penggabungan proses pemotongan dengan *finishing* dan pemeriksaan juga memberikan dampak positif karena dapat mengurangi *waste*.



Gambar 8 Persentase Aktivitas Komponen Berdasarkan PAM Usulan



Gambar 9 Persentase Aktivitas Operator Berdasarkan PAM Usulan

### 3.2.6 Perbandingan *Current State* dan *Future State*

Tabel 4 memperlihatkan perbandingan antara *current state* sebelum usulan dengan *future state* setelah dilakukan usulan. Dengan usulan yang diberikan, hasil perhitungan waktu terbukti mengurangi *waste* atau yang terjadi pada proses daur ulang aluminium menjadi dudukan benang di *Art Aluminium Casting*. *Waste* yang sebelumnya ada pada proses daur ulang aluminium dapat dikurangi bahkan dihilangkan menggunakan *lean manufacturing*. Tata letak pabrik dan penggabungan proses produksi juga membantu mengurangi *waste* yang ada.

Tabel 4 Perbandingan *Current State* dan *Future State*

Kategori	<i>Current State</i>	<i>Future State</i>
Aktivitas <i>non value added</i> (VSM)	16% x 3828,7 = 612,592 detik	1% x 3263,4 = 32,634 detik
<i>Delay</i> (PAM Komponen)	14% x 3828,7 = 536,018 detik	0% x 3263,4 = 0 detik
Transportasi (PAM Komponen)	2% x 3828,7 = 76,574detik	1% x 3263,4 = 32,634 detik
<i>Unnecessary Motion</i> (FMEA Operator)	26% x 3828,7 = 995,462 detik	0% x 3263,4 = 0 detik
<i>Overprocessing</i>	Terdapat proses yang tidak efisien pada pemotongan	Proses pemotongan awal disatukan dengan <i>finishing</i>
<i>Inventory</i>	Terdapat inventori per bulan pada proses	Inventori disiapkan sesuai pesanan konsumen
<i>Plant Layout</i>	Tata letak mesin dan <i>work station</i> berjauhan	Tata letak mesin diperbaiki agar berdekatan sesuai alur produksi dan penggabungan <i>work station</i> antara pemotongan awal dengan <i>finishing</i>

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

1. Terdapat beberapa pemborosan (*waste*) yang ditemukan pada proses daur ulang aluminium, yaitu *Unnecessary Motion*, *Inventory*, *Overprocessing*, dan *Transportation*. *Waste* yang terjadi dapat dilihat dari persentase aktivitas *non value added* pada *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping current state* yaitu sebesar **16%**.
2. Penyebab *waste* pada proses daur ulang aluminium adalah inkonsistensi metode kerja, adanya kebutuhan pengaturan tata letak mesin dan adanya kebutuhan pengaturan tempat kerja.
3. Berdasarkan *Lean manufacturing*, ditemukan usulan perbaikan menggunakan *continuous flow*, *pull production*, dan 5S, yang kemudian diperiksa ulang menggunakan *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping future state*. *Waste* berkurang sebesar **15%** dan *waste* yang ditemukan pada sistem menjadi **1%**.

##### 4.2 Saran

###### 4.2.1 Bagi Perusahaan

Memberikan pelatihan mengenai pemahaman *Value Stream Mapping*, *Process Activity Mapping*, 5S, *continuous flow*, *pull production* kepada operator agar mereka mengikuti standar yang telah ditentukan.

###### 4.2.2 Bagi Penelitian Selanjutnya

1. Jika kondisi memungkinkan, akan lebih baik jika melakukan penelitian terhadap komponen pemborosan lain yang belum dilakukan.
2. Mempertimbangkan berat komponen untuk pembuatan tempat komponen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carlson, C. 2012. *Effective FMEAs : Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis*. John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- [2] Gasperz, Vincent. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries : Waste Elimination and Continuous Cost Reduction*. Vinchristo Publication, Bogor.
- [3] Gasperz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Gopalakrishnan, N. 2010. *Simplified Lean Manufacturing : Elements, Rules, Tools, and Implementation*. PHI Learning Private Ltd., New Delhi. P95-100.
- [5] Markovits, D. 2011. *A Factory of One : Applying Lean Principles to Banish Waste and Improve Your Personal Performance*. Taylor and Francis Group, NW.
- [6] Satalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., dan Tjakraatmadja, J. H. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung : Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.



