

Identifikasi 9 Waste Beserta Usulan Rekomendasi Perbaikan Pada Proses Produksi *Side Link* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Pada Divisi Infrastruktur Perhubungan PT PINDAD (Persero)

Gusti Fattahillah Putra Merdeka*¹, Denny Nurkertamanda¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Dalam kondisi persaingan yang semakin kompleks perusahaan akan selalu dituntut untuk lebih dapat mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki untuk dapat meningkatkan produktivitas kerja. Berbagai aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah serta adanya pemborosan dalam proses produksi di industri manufaktur dapat menyebabkan penurunan produktivitas perusahaan dan berakibat pada pemakaian sumber daya yang semakin tinggi sehingga akan menyebabkan kerugian dan ketidakefisienan proses produksi. Berbagai upaya dan pendekatan dapat digunakan untuk mengurangi pemborosan yang ada dalam proses produksi. Salah satunya adalah dengan melakukan pendekatan *lean manufacture*. Proses identifikasi pemborosan pada sistem produksi dilakukan sebagai upaya untuk menerapkan konsep *lean manufacture* agar proses produksi menjadi lebih efisien dan menguntungkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi 9 jenis pemborosan dalam proses produksi *side link* di Sub- Divisi Forging PT Pindad (Persero) yaitu *environmental, health and safety, non-utilizing employee, overproduction, waiting, transportation, excess processing, inventory, motion, dan defect*. Identifikasi dilakukan dengan observasi secara langsung serta dengan bantuan *Value Stream Mapping Analysis*. Berdasarkan hasil identifikasi didapatkan bahwa pemborosan tersebut terjadi karena beberapa faktor seperti sistem yang kurang baik, kondisi lingkungan dan mesin yang tidak optimal, serta faktor internal dari para pekerja. Oleh karena itu, diperlukan serangkaian analisis menggunakan *root cause analysis* dalam hal ini menggunakan *fishbone diagram* dan *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*. Kemudian didapatkan beberapa usulan perbaikan berupa memperbaiki manajemen K3, menerapkan sistem *kanban*, *visual control*, serta usulan perbaikan lainnya dengan mengedepankan konsep *lean manufacture* sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi dan keuntungan pada proses produksi *side link*

Kata kunci: *Lean Manufacture, Waste, E-DOWNTIME, Value Stream Mapping, Efisiensi*

Abstract

In conditions of increasingly complex competition, companies will always be required to optimize their resources to increase work productivity. Various activities that do not have added value and waste in the production process in the manufacturing industry can cause a decrease in company productivity and result in higher use of resources which will cause losses and inefficiencies in the production process. Various efforts and approaches can be used to reduce waste in the production process. One way is to take a *lean manufacturing* approach. The process of helping waste in the production system is carried out as an effort to apply the concept of *lean manufacturing* so that the production process becomes more efficient and profitable. The purpose of this study was to identify 9 types of waste in the *side link* production process in the Forging Sub-Division of PT Pindad (Persero), namely *environmental, health and safety, non-utilizing employee, overproduction, waiting, transportation, excess processing, inventory, motion, and disabled*. Identification is done by direct observation and with the help of *Value Stream Mapping Analysis*. Based on the results of the assistance, it was found that the waste occurred due to several factors such as a poor system, sub-optimal environmental and machine conditions, as well as internal factors from the workers. Therefore, a series of analyzes using *root cause analysis* is needed, in this case using *fishbone diagrams* and *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*. Then some suggestions for improvement are obtained in the form of improving K3 management, implementing a *kanban* system, *visual control*, and other suggestions

for improvement by saving the lean manufacturing concept as an effort to increase efficiency and savings in the side link production process.

Keywords: *Lean Manufacture, Waste, E-DOWNTIME, Value Stream Mapping, Efficiency*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat serta semakin meningkatnya persaingan dalam dunia industri kini membuat semua perusahaan harus bisa untuk terus meningkatkan kualitas dan layanan dari hasil produksi yang mereka miliki. Semua perusahaan kini juga dituntut untuk mampu memberikan produk dengan kualitas yang sesuai dengan harapan konsumen. Perusahaan juga harus mampu memberikan harga yang dapat bersaing dan mampu mengirimkan produk secara akurat agar dapat diterima secara tepat waktu oleh para konsumen. Berbagai permasalahan seperti keterlambatan, kualitas yang buruk, serta harga yang mahal mampu membuat citra perusahaan tersebut kian semakin buruk dimata konsumen. Akibatnya, hal tersebut tentu akan mampu menurunkan keuntungan yang dimiliki oleh perusahaan. Tidak hanya itu, dalam kondisi persaingan yang semakin kompleks perusahaan akan selalu dituntut untuk lebih dapat mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki untuk dapat meningkatkan produktivitas kerja. Dalam meningkatkan produktivitas, maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk dapat meningkatkan berbagai kegiatan yang berkaitan dan memiliki nilai tambah serta menghindari atau meminimalkan berbagai kegiatan seperti *idle / delays, set up, loading-unloading, material handling*, dan sebagainya (Wignjosobroto, 1995).

Berbagai aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah serta adanya pemborosan dalam proses produksi di industri manufaktur dapat menyebabkan penurunan produktivitas perusahaan dan berakibat pada pemakaian sumber daya yang semakin tinggi sehingga akan menyebabkan kerugian dan ketidakefisienan proses produksi. Berbagai upaya dan pendekatan dapat digunakan untuk mengurangi pemborosan yang ada dalam proses produksi. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan pengurangan pemborosan (waste) dalam proses produksi adalah melalui pendekatan Lean Manufacturing (Gaspersz, 2006).

Lean manufacturing merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengeliminasi pemborosan (waste) serta berbagai aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (non-value added) dengan cara melakukan perbaikan secara terus menerus (continuous improvement) dengan tujuan mengejar kesempurnaan (Gaspersz & Fontana, 2011). Dalam menerapkan Lean Manufacturing berbagai

tools yang sering digunakan seperti Value Stream Mapping (VSM), *Root Cause Analysis*, Kanban, *Visual Control*, dan Kaizen (Feld, 2001).

Diperlukan pemahaman terkait berbagai tipe aktivitas dalam konsep lean manufacturing dalam melakukan pendekatan Lean Manufacturing tentu seperti aktivitas dengan nilai tambah (value added), aktivitas tidak meningkatkan nilai tambah (non-value added), dan aktivitas penting yang tidak memiliki nilai tambah (necessary but non value added) (Hines & Taylor, 2000). Selain itu, pemahaman terkait 9 jenis faktor waste yang sering disingkat dengan E-DOWNTIME dan terdiri dari *environmental, health, and safety, non-utilizing employee, overproduction, waiting, transportation, excess processing, inventory, motion, dan defect* juga diperlukan untuk dapat mengembangkan proses produksi yang lebih efisien sehingga dapat memberikan produk terbaik dengan biaya yang terjangkau (Gaspersz, 2006).

PT Pindad (Persero) merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak dalam memproduksi produk-produk pertahanan keamanan (militer) serta produk non-pertahanan (industrial). Dalam membuat produk non-pertahanan, PT Pindad (Persero) merancang dan memproduksi berbagai produk untuk keperluan industri. Salah satu produk non-pertahanan yang dihasilkan oleh PT Pindad (Persero) adalah Cain Drag Conveyor dimana produk tersebut merupakan alat material handling yang umumnya digunakan oleh industri petrokimia. Cain Drag Conveyor terdiri dari beberapa part diantaranya adalah Side Link. Penelitian yang dilakukan saat ini hanya difokuskan pada proses produksi part Side Link karena Side Link merupakan bagian utama dengan jumlah yang cukup besar.

Selama kegiatan proses produksi Side Link, sering ditemukan berbagai macam pemborosan (waste) yang muncul. Waste tersebut tentu memberikan dampak negatif kepada perusahaan sehingga harus semaksimal mungkin untuk bisa diminimalkan atau dihilangkan. Selain permasalahan terkait waste, terdapat permasalahan lain yang kerap terjadi berupa adanya aktivitas yang tidak efisien atau tidak memiliki nilai tambah (*non-value added*) terjadi dalam proses produksi Side Link. Aktivitas-aktivitas yang tidak efisien serta berbagai pemborosan yang terjadi tersebut merupakan bentuk hal negatif dan merugikan serta akan berdampak buruk pada penurunan efisiensi proses produksi, penurunan kualitas produk dan pelayanan, serta dapat menyebabkan berbagai macam pemborosan biaya dan kerugian. Akan tetapi, saat ini PT Pindad (Persero) masih belum melakukan dan menjalankan serangkaian metode evaluasi yang efektif terkait permasalahan waste dan

*Penulis Korespondensi.

E-mail: gustifattahillah@students.undip.ac.id

ketidakefisienan yang terjadi di rantai produksi baik metode untuk indentifikasi maupun metode untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan konsep Lean Manufacturing dengan melakukan identifikasi 9 waste dan juga berbagai macam aktivitas yang tidak efisien melalui tools VSM yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk merampingkan proses produksi serta memberikan berbagai macam saran perbaikan sebagai proses perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Konsep Lean Manufacturing

Lean merupakan sebuah pendekatan yang dilakukan secara sistematis yang digunakan oleh perusahaan manufaktur untuk menghilangkan berbagai macam pemborosan /waste serta aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah / *non-value added activity*. Pendekatan tersebut dilakukan melalui proses perbaikan serta peningkatan kualitas secara terus menerus atau *continues improvement*. *Lean* digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi agar dapat meningkatkan *customer value* (Gaspersz, 2007). Dalam melakukan analisis sebagai upaya meningkatkan efisiensi proses produksi umumnya serangkaian kegiatan dan aktivitas produksi dibagi dalam 3 jenis aktivitas (Hines & Taylor, 2000):

1. *Value Added Activity* : Aktivitas dalam kegiatan produksi / organisasi yang mampu menghasilkan nilai tambah / keunggulan terhadap suatu produk;
2. *Non-Value Added Activity* : Aktivitas yang menyebabkan ketidakefisienan proses produksi karena tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Aktivitas ini merupakan sebuah aktivitas yang harus dihilangkan karena termasuk sebuah pemborosan yang dapat menurunkan efisiensi;
3. *Necessary But Non-Value Added Activity* Aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah padaproduk. Akan tetapi, aktivitas tersebut tidak dapat dikategorikan sebagai waste karena masih diperlukan dalam proses produksi.

2.2 Konsep 9 Waste

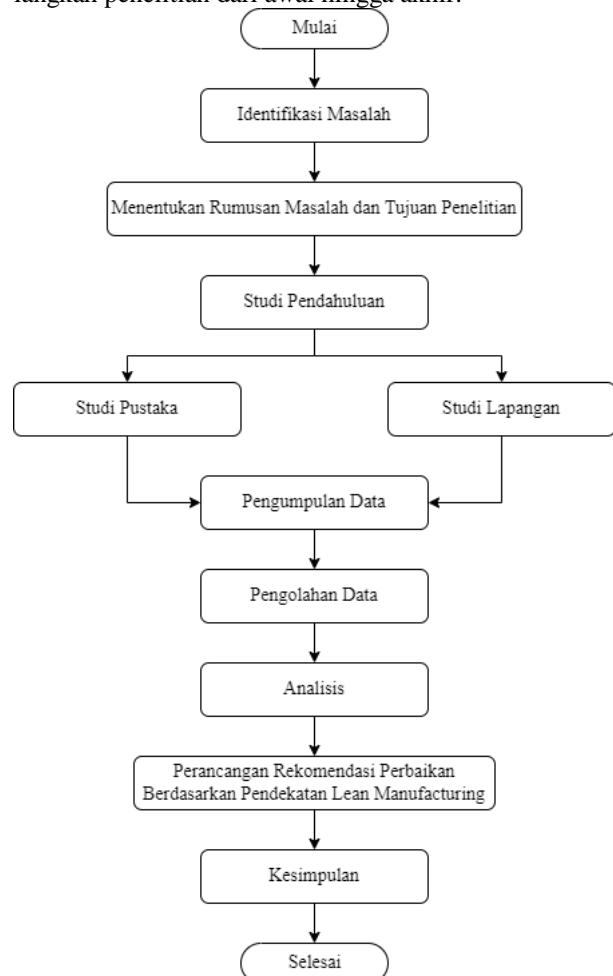
Terdapat 9 *waste* yang umumnya sering ditemukan dalam suatu proses produksi / proses organisasi di perusahaan yang sering juga disebut dengan E-DOWNTIME. 9 waste tersebut merupakan terdiri dari *environmental, health, and safety; defect; overproduction; waiting; non-utilizing emplotee; transportation; inventory; motion; dan exces processing* (Gaspersz, 2006).

2.3 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan teknik yang digunakan untuk memberikan penggambaran / visualisasi dari alur proses serta aktivitas yang ada pada proses produksi. VSM dapat memetakan aliran informasi dan material dalam proses produksi dengan baik secara visual. Dengan VSM berbagai aktivitas yang termasuk dalam *value added activity* dan *non-value added activity* dapat lebih mudah diidentifikasi sehingga nantinya dapat dianalisis untuk diidentifikasi akan permasalahannya (Womack & Jones, 2003).

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan penjelasan tahap – tahap yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian untuk memberikan gambaran secara singkat mengenai penelitian yang dilakukan. Berikut langkah – langkah penelitian dari awal hingga akhir:



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

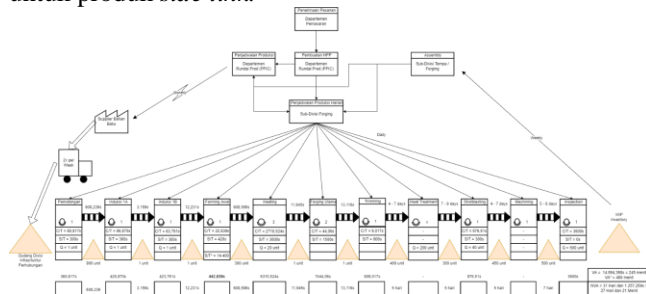
Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian studi deskriptif. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh berbagai penjelasan terkait faktor yang berpengaruh pada suatu proses kegiatan / fenomena

yang mengikutsertakan berbagai komponen lainnya yang mungkin berhubungan dan berpengaruh terhadap proses tersebut. Penelitian dilakukan secara langsung pada lokasi perusahaan yang ingin diteliti dengan tidak mengubah kondisi aktual yang sudah ada sebelumnya.

Objek penelitian yang digunakan adalah proses produksi *Side Link* dari mulai tahapan persiapan material hingga proses inspeksi. Dikarenakan adanya batasan dari perusahaan proses *heat treatment* dan *machining* tidak diikutsertakan pada objek penelitian ini. Penelitian dilakukan di PT Pindad (Persero), Divisi IP, Departemen Rendalprod, Sub-Divisi Forging pada bulan Januari 2022 – Februari 2022.

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam kegiatan proses produksi, PT Pindad (Persero) khususnya Divisi Infrastruktur Perhubungan saat ini memiliki pesanan produk *Drag Chain Conveyor*. *Drag Chain Conveyor* terdiri dari 7 part dan salah satu part tersebut adalah *Side Link* dengan jumlah unit sebanyak 928 + 72 unit untuk tiap 1 set *Drag Chain Conveyor*. Selanjutnya dibuatkan *current value stream mapping* untuk proses produksi. *Current value stream mapping* dibuat untuk memvisualisasikan serangkaian aktivitas dan proses yang pada proses produksi sidelink di Sub-Divisi Forging yang terlaksana pada kondisi saat ini (*existing*). *Value stream* dimulai dari pesanan yang diperoleh dari *customer* kepada divisi pemasaran. Selanjutnya divisi pemasaran mengirimkan pesanan tersebut kepada divisi Rundal Prod (PPIC) untuk dihitung HPP dan melakukan penjadwalan produksi. Selanjutnya divisi Rundal Prod (PPIC) melakukan pembelian bahan baku kepada para *supplier* dan selanjutnya dimulailah proses produksi *side link* dari tahap pemotongan hingga tahap inspeksi. Setelah tahap inspeksi, hasil *side link* akan tetap disimpan oleh sub-divisi *forging* untuk disimpan sebagai *inventory WIP* untuk selanjutnya di proses untuk di *assembly* menjadi serangkaian *Drag Chain Conveyor* lengkap. Berikut merupakan gambaran *current VSM* untuk produk *side link*.



Gambar 2. Current Value Stream Mapping

4.1 Activity Identification

Dalam menerampkan pendekatan lean manufacturing tentu hendaknya sebisa mungkin untuk meminimalkan bahkan menghilangkan seluruh kegiatan-kegiatan yang menjadi pemborosan dan tidak memberikan nilai tambah. *Proses activity identification* dilakukan melalui *value stream analysis tools* (VASAT) untuk menggolongkan seluruh proses yang ada proses pembuatan *side link* kedalam tiga jenis aktivitas yaitu *value added activity* (VA), *non-value added activity* (NVA), dan *need non-value added activity* (NNVA):

Table 1. Activity Identification

Activity	Presentase (Waktu)
Operation	15,11%
Transportation	10,48%
Inspection	0,43%
Delay	46,45%

Table 2. Activity Value Clasification

Activity	Presentase (Waktu)
Value Added Activity (VA)	14,65%
Non-Value Added Activity (NVA)	70,54%
Needed Non-Value Added Activity (NNVA)	14,81%

4.2 Identifikasi 9 Waste

1. Environmental, Healthy, and Safety

Waste jenis EHS terjadi karena kondisi lingkungan kerja yang tidak baik dengan tingkat kebisingan di atas NAB kebisingan yang diperbolehkan dari Kementerian Ketenagakerjaan yaitu 80 dB untuk pekerjaan 8 jam. Selain itu, pada area dapur pembarakan terdapat paparan panas yang sangat tinggi dengan suhu di atas 35°C. Kondisi tersebut diperburuk dengan minimnya SOP terkait K3 pada perusahaan. Pihak operator cenderung abai untuk menggunakan PPE yang telah disediakan oleh perusahaan. Kondisi lingkungan kerja yang kotor dan cenderung berantakan akibat banyaknya raw material, unutilization machine, serta kabel listrik membuat kondisi lingkungan kerja di sub-divisi forging tidak terlalu baik dari aspek K3.

2. Defect

Defect merupakan produk yang mengalami cacat atau kerusakan akibat ketidaksesuaian pada saat proses produksi. Selama bulan Januari – Februari 2022, proses produksi PT Pindad (Persero) memiliki konsistensi yang bisa dikatakan cukup baik. Hal tersebut terlihat dari minimnya nilai defect yang ada selama proses produksi.

Table 3. Tabel Waste Defect

Jenis Defect	Jumlah Defect
Ukuran kepala Up-Down Side yang tidak sesuai	5 unit
Hasil forging bengkok	7 unit
Keropos / pecah pasca forging	5 unit
Kekerasan tidak sesuai dengan spesifikasi	2 unit
Total	19 unit

3. Over Production

Untuk membuat produk side link, PT Pindad (Persero) menerapkan sistem Make to Order. Artinya PT Pindad (Persero) hanya membuat sesuai dengan jumlah pesanan yang diterima dari customer. Oleh karena itu, pada proses produksi side link tidak ditemukan waste over production.

4. Waiting

Pada proses produksi side link di Sub-Divisi Forging PT Pindad (Persero), waste jenis waiting merupakan waste yang sangat sering ditemukan. Waste waiting merupakan waste yang paling tinggi kemungkinan terjadinya dan dapat ditemukan hampir setiap hari.

Table 4. Tabel Waste Waiting

Jenis Waiting	Delay	Total
Overheat mesin forming	3 jam / hari	135 jam
Daise tidak terpasang	8 hari	64 jam
Keterlambatan proses machining	10 hari / bulan	160 jam
Keterlambatan proses heat treatment	8 hari / bulan	128 jam
Daise forging rusak	3 hari	24 jam
Total		575 jam

5. Non-Utilizing Employee

Non-Utilizing Employee muncul akibat adanya sumber daya manusia yang tidak dimaksimalkan dengan baik atau para pekerja cenderung *idlle* atau melakukan kegiatan yang tidak menambah value. Masih sering ditemukan beberapa waste jenis ini, umumnya para operator tidak melakukan pekerjaan sesuai dengan jadwal yang ada. Para operator masih sering menyalahi jadwal perusahaan seperti berhenti 45 menit lebih cepat, ataupun bekerja 30 menit lebih lambat khususnya saat mendekati dan setelah jam istirahat. Tidak hanya itu, pada proses produksi juga sering ditemukannya kesalahan komunikasi antara operator, tim mutu sub-divisi forging, dan tim dari PPIC. Hal tersebut sering menimbulkan efek domino berupa keterlambatan dan adanya inventory yang tidak segera di proses.

6. Transportation

Waste jenis transportation masih kerap ditemukan di area produksi side link. Walaupun tidak terlalu banyak akan tetapi ada beberapa waste transportasi yang dapat diidentifikasi. Umumnya material-handling yang dimiliki oleh sub-divisi forging sudah cukup baik yaitu dengan menggunakan forklift, conveyor, dan hoist crane. Akan tetapi sering ditemukan kesalahan pada saat material handling. Salah satunya adalah pada saat transportasi dari tahap forging ke tahap trimming. Tahap tersebut menggunakan conveyor sebagai alat bantu material handling. Akan tetapi, conveyor yang digunakan adalah conveyor yang sudah tua sehingga WIP sering tersangkut pada conveyor ataupun terlempar ke sisi bawah conveyor akibat posisi WIP, conveyor, dan wadah penampung yang tidak sesuai.

Selain itu, permasalahan terkait waste transportation juga terjadi saat transportasi antara proses induksi dengan proses forming awal (Up-Down Side). Tahap ini masih menggunakan konsep material handling secara sederhana dengan bantuan bidang miring dengan mendorong WIP dari atas ke bawah secara manual. Hal tersebut selain tidak aman dari sisi keselamatan kerja tetapi juga memiliki kemungkinan menyebabkan WIP tersangkut di jalur transportasi. Berdasarkan Tabel 1. klasifikasi aktivitas dari value stream analysis tools menunjukkan bahwa proses transportasi yang terjadi pada proses produksi side link adalah sebesar 3 Hari dan 22 Menit atau sebesar 10,48% dari total keseluruhan proses. Hal tersebut merupakan nilai yang cukup besar mengingat transportasi merupakan proses yang diperlukan tetapi tidak memberikan nilai tambah sehingga sebisa mungkin untuk dapat diminimalkan.

7. Inventory

Produk inventory berupa WIP adalah bentuk yang sangat sering ditemui selama proses produksi side link. Inventory dapat terjadi karena adanya *bottle neck* selama proses produksi yang terjadi akibat keterlambatan bahan baku, *downtime* mesin. serta kurangnya operator produksi. Berikut merupakan jenis inventory yang ada selama proses produksi side link:

Table 5. Tabel Waste Inventory

Jenis Inventory	Jumlah
WIP Hasil Cutting	600 unit
WIP Hasil Up-Down Side	450 unit
WIP Hasil Trimming	200 unit
Total	1250 unit

8. Motion

Waste motion yang ditemukan di proses produksi side link adalah pada saat melakukan manual transportation. Operator harus melakukan motion secara berulang-ulang untuk melakukan manual transportation

dari antar tahap. Berikut merupakan tabel terkait waste transportasi:

Table 6. Tabel Waste Motion

Waste Motion	Jarak	Frek
Mesin induksi → Jalur penghubung ke mesin forming Awal	2 meter	2x / unit
Penampungan conveyor forging → Mesin Trimming	3 meter	2x / unit

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa waste motion umumnya terjadi karena adanya waste transportation. Kondisi material handling yang tidak baik menyebabkan meningkatnya kemungkinan untuk melakukan motion / gerakan yang tidak perlu untuk mengantarkan material pada tiap-tiap proses nya.

9. Excess Process

Pada proses produksi side link tidak terlalu banyak ditemukan waste excess processing.

4.3 Analisis Penyebab Waste

Analisis waste penyebab waste dilakukan dengan menggunakan tools dari root cause analysis untuk menentukan akar penyebab dari waste-waste tersebut. Berikut merupakan analisis penyebab dari waste-waste yang ada pada proses produksi side link:

1. Environment Health and Safety

Berdasarkan analisis menggunakan 5 whys didapatkan bahwa penyebab waste adalah sebagai berikut:

- A. Pekerja yang tidak menggunakan PPE dengan baik → Pekerja menganggap PPE tidak terlalu penting → Tidak adanya sosialisasi dan teguran keras terkait aturan penggunaan PPE → Menganggap pekerja memiliki skill yang sudah terlatih sehingga tidak perlu melakukan hal tersebut → Umumnya pekerja sudah bekerja selama belasan tahun
- B. Kondisi lingkungan kerja fisik yang buruk → Kondisi kebisingan, dan suhu kerja yang tidak sesuai (melebihi) NAB → Adanya suara bising dari mesin forging, suhu panas khususnya disekitar dapur pembakaran → Proses produksi yang berupa tumbukan antar elemen besi secara keras dan pembakaran besi

Berikut merupakan hasil analisis penyebab menggunakan *fishbone diagram*



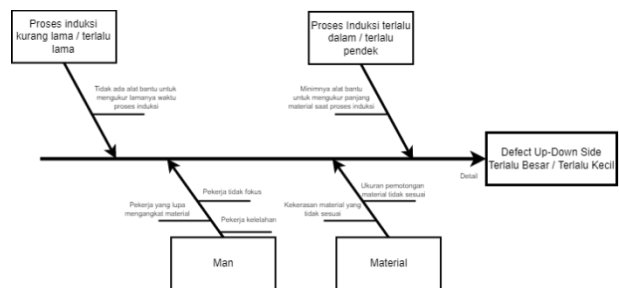
Gambar 3. Fishbone Diagram ESH

2. Defect

Berdasarkan analisis menggunakan 5 whys didapatkan bahwa penyebab waste adalah sebagai berikut:

- A. Bagian Up-Down Side tidak bisa masuk kedalam mesin forming awal → Ukuran kepala Up-Down Side terlalu besar → Proses induksi yang terlalu dalam → Tidak adanya deteksi ukuran panjang material saat induksi → Operator tidak bisa mengukur → Tidak ada penanda visual untuk panjang material saat melakukan proses induksi
- B. Hasil forging utama yang buruk → Hasil forging bengkok dan Hasil forging keropos / pecah → Pemanasan yang kurang baik → Pembakaran tidak sesuai waktu yang seharusnya dan Tidak adanya alat ukur suhu pada dapur → Tidak adanya waktu baku saat pemanasan → Tidak ada SOP khusus untuk pekerja terkait pembakaran
- C. Hasil forging utama yang buruk → Hasil forging bengkok dan Hasil forging keropos / pecah → Daise yang kurang baik → Daise keropos dan kurang panas → Umur daise yang sudah lama dan pembakaran daise yang tidak optimal → Tidak ada waktu baku untuk pembakaran daise dan alat ukur untuk mengukur / menjaga suhu daise dan tidak adanya SOP khusus untuk perawatan daise

Berikut merupakan hasil analisis penyebab menggunakan *fishbone diagram*

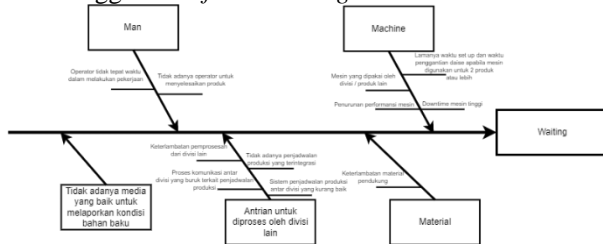


Gambar 4. Fishbone Diagram Defect

3. **Waiting**
 Berdasarkan analisis menggunakan 5 whys didapatkan bahwa penyebab waste adalah sebagai berikut:

- A. **Waiting karena mesin** → Mesin rusak / mesin overhead → Waktu penggunaan mesin yang menurun → Komponen mesin sudah tidak original → Biaya dan teknik penggantian modul asli mahal dan sulit
- B. **Waiting karena mesin** → Tidak ada mesin yang bisa digunakan → Mesin dipakai untuk produk lain → Tidak adanya penjadwalan mesin antar produk → Proses penjadwalan antar produk yang tidak terintegrasi → Tidak adanya penjadwalan produksi yang baik.
- C. **Waiting karena penjadwalan** → Adanya hambatan saat proses produksi lintas divisi → Proses produksi produk di divisi lain yang tidak segera dilaksanakan → Komunikasi untuk penjadwalan produksi yang kurang baik → Tidak adanya penerapan sistem penjadwalan yang baik antar divisi → Tidak ada integrasi penjadwalan produksi antar divisi
- D. **Waiting karena bahan baku dan bahan pendukung** → Kehabisan stok bahan baku dan bahan pendukung → Pengiriman bahan baku dan bahan pendukung yang terlambat → Tidak adanya penjadwalan bahan baku dan bahan pendukung dengan baik

Berikut merupakan hasil analisis penyebab menggunakan *fishbone diagram*



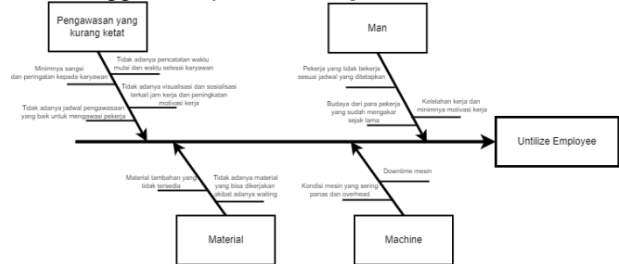
Gambar 5. Fishbone Diagram Waiting

4. **Not-Utilizing Employee**
 Berdasarkan analisis menggunakan 5 whys didapatkan bahwa penyebab waste adalah sebagai berikut:

- A. **Pekerja yang sering idle** → Tidak ada nya hal yang bisa dikerjakan → Adanya keterlambatan material dan bahan pendukung → Penjadwalan yang kurang baik → Tidak adanya sistem penjadwalan yang kurang baik
- B. **Pekerja yang bekerja tidak sesuai dengan jam kerja** → Budaya pekerja yang tidak baik terkait jam kerja yang sudah mengakar → Tidak adanya sosialisasi, arahan, dan informasi yang masih terkait hal tersebut. → Pengawasan yang dibilang rendah terkait jam kerja pekerja →

Tidak adanya pengecekan secara sistematis terkait jam kerja pekerja → Tidak ada jobdesk tersebut / tidak ada sistem yang bisa mengakomodasi

Berikut merupakan hasil analisis penyebab menggunakan *fishbone diagram*

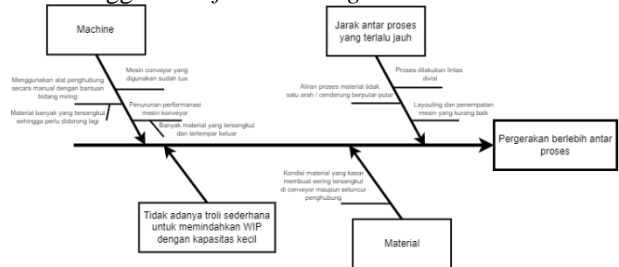


Gambar 6. Fishbone Diagram Non-Utilizing Employee

5. **Transportation and Motion**
 Berdasarkan analisis menggunakan 5 whys didapatkan bahwa penyebab waste adalah sebagai berikut:

- A. **Pergerakan berlebih antar proses** → Adanya jarak antar proses → Jarak tersebut tidak terjangkau oleh tangan → Media / alat penyambung yang tidak proper → Conveyor belt sudah tua sehingga sering tersangkut → Gigi conveyor yang sudah tidak rapat dan pergerakan yang tidak stabil
- B. **Pergerakan berlebih antar proses** → Media / alat penyambung antar proses yang tidak baik → Tidak dapat mengantarkan WIP ke proses selanjutnya dengan lancar → Media / alat penyambung yang tidak proper → Proses transportasi antar proses masih harus dilakukan secara manual dengan bantuan bidang miring

Berikut merupakan hasil analisis penyebab menggunakan *fishbone diagram*



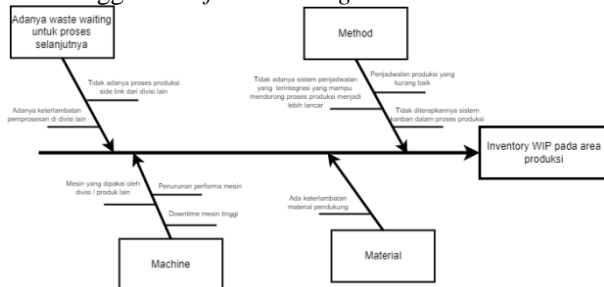
Gambar 7. Fishbone Diagram Transportation and Motion

6. **Inventory**
 Berdasarkan analisis menggunakan 5 whys didapatkan bahwa penyebab waste adalah sebagai berikut:

- A. **Adanya inventory WIP pada area kerja** → Terdapat bottle neck pada proses produksi → Adanya waste waiting pada alur produksi → Produk yang memerlukan sharing proses dengan

divisi / produk lain → Sistem penjadwalan produksi yang tidak terintegrasi antar proses dan antar divisi → Tidak adanya penerapan lean manufacturing dalam sistem produksi

Berikut merupakan hasil analisis penyebab menggunakan *fishbone diagram*



Gambar 8. Fishbone Diagram Inventory

4.4 Rekomendasi Perbaikan

1. Waste EHS

Akar permasalahan dari *waste EHS* adalah berupa kondisi lingkungan kerja yang tidak aman dan tidak sehat. Hal tersebut ditambah dengan minimnya operator yang menggunakan PPE dengan lengkap sehingga meningkatkan risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki kondisi lingkungan kerja pabrik melalui engineering control, memberikan sanksi dan pengawasan yang lebih ketat kepada pekerja terkait MK3, meningkatkan awareness terkait PPE kepada karyawan.

2. Waste Defect

Berdasarkan analisis akar permasalahan dari *waste defect* adalah karena tidak adanya standarisasi proses pada saat proses induksi dan *heating* serta karena faktor mesin / *daise* yang kurang baik. Oleh karena itu, usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan *tools* yang mampu membantu operator untuk menentukan panjang material yang harus di induksi sehingga operator dapat memantau sejauh mana mereka harus memasukan material ke dalam mesin induksi.

Untuk defect yang terjadi karena faktor mesin *forging* usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan merancang sensor suhu dan waktu yang terhubung dengan dapur *heating* sehingga terjadi standarisasi proses pada saat proses heating. Sensor tersebut dapat membantu operator dalam melakukan pembakaran material di dapur heating dan membantu mengetahui kapan mereka harus mengeluarkan material dengan tepat dan sesuai dengan spesifikasi teknik. Selain itu *daise* juga harus terus dipantau supaya tetap panas, *daise* yang terlalu dingin / terlalu panas dapat membuat output material yang di *forging* menjadi tidak optimal. Dengan kata lain, *waste defect* umumnya dapat diminimasi dengan memperbaiki dan melakukan re-engineering pada mesin (Aditya, 2019).

3. Waste Waiting dan Inventory

Waste ini terjadi karena faktor yang saling berhubungan. Akan tetapi, akar permasalahan paling utama yang menyebabkan *waste* tersebut adalah karena pada proses produksi di PT Pindad (Persero) umumnya dilakukan dengan lintas divisi. Akan tetapi, tidak adanya sistem penjadwalan yang baik yang mampu mendorong sistem produksi yang lancar baik untuk sub-divisi *forging* maupun untuk antar divisi yang ada pada perusahaan membuat keterlambatan dalam pemrosesan produk. Selain itu, ketertidaksediaan bahan penunjang juga menjadi faktor penyebab *waste* ini. Sistem penjadwalan yang ada pada pendekatan lean manufacturing adalah sistem penjadwalan dengan sistem kanban. Sistem ini membuat komunikasi saat melakukan proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien karena pada saat kartu kanban telah dikeluarkan, maka produk tersebut harus segera di produksi untuk mencegah adanya bottleneck. Pengembangan sistem kanban pada PT Pindad (Persero) tentu mampu mengatasi berbagai permasalahan *waste waiting* dan *inventory* yang ada karena proses produksi menjadi lebih lancar.

Sistem kanban dapat digunakan untuk mengurangi waktu tunggu pemrosesan dengan optimal serta dapat mengurangi lead time operation (Lot, et al., 2018) (Krom, Ahmad, Mustafa, & Sin, 2019).

4. Waste Not-Utilizing Employee

Berdasarkan analisis yang ada akar yang menyebabkan timbulnya *waste* tersebut adalah karena adanya budaya tidak disiplin yang sudah mengakar pada operator *side link*. Budaya tersebut tentu harus diputus / dihilangkan karena merugikan perusahaan. Perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan salah satunya adalah dengan membuat sistem pengawasan yang ketat terhadap jam kerja karyawan. Sistem pengawasan tersebut dapat di integrasikan dengan sistem pemberian makan siang yang diterima oleh karyawan. PT Pindad (Persero) dapat mengintegrasikan sistem tersebut agar tidak ada karyawan yang mencuri kesempatan untuk istirahat lebih cepat dan lebih lama dari waktu yang telah ditetapkan.

5. Waste Transportation dan Motion

Waste transportation dan *motion* terjadi karena proses *material handling* yang tidak baik. Umumnya terjadi karena *tools material handling* yang buruk. *Waste transportation* dan *motion* dapat diminimalkan dengan cara membuat conveyor belt baru yang dapat secara otomatis dan dapat lebih optimal dalam mengirimkan WIP ke antar mesin pada antar proses operasi. Selain itu, sistem karakuri dapat dipilih sebagai salah satu opsi dengan biaya murah dalam meminimalkan *waste transportation* dan *waste motion*. Selain itu, untuk membantu operator dalam melakukan *material handling* dalam kapasitas kecil di sekitar area pabrik perusahaan

dapat membuat pertimbangan untuk merancang *trolley* sederhana yang dapat mengangkut WIP dan bahan baku material dengan mudah (Utami, 2014).

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa dalam proses produksi side link di PT Pindad (Persero) terdapat 9 jenis waste yang sering disebut dengan E-DOWNTIME. 9 jenis pemborosan atau waste tersebut adalah *environmental, health, and safety; defect; overproduction; waiting; non-utilizing employee; transportation; inventory; motion; dan excess processing*. Waste EHS yang ada adalah berupa kondisi lingkungan kerja yang tidak baik. Serta diperburuk dengan para operator yang enggan menggunakan PPE dengan lengkap.

Waste defect yang ada pada proses produksi *side link* adalah berupa *defect* ukuran kepala *Up-Down Side* yang tidak sesuai; hasil *forging* yang bengkok, keropos, dan pecah, serta kekerasan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi dengan total produk *defect* sebanyak 19 unit atau 0,031% pada periode Januari – Februari 2022. *Waste over production* tidak ditemukankarena PT Pindad (Persero) menerapkan sistem *make to order*. *Waste waiting* adalah waste paling utama yang ada pada PTPindad (Persero). Diketahui terdapat 575 jam waktu tunggu selama periode Januari – Februari 2022. *Waste non-utilizing employee* yang ada di PT Pindad (Persero) adalah budaya karyawan yang tidak bekerja sesuai dengan jam kerja yang telah ditetapkan khususnya pada saat sekitar jam istirahat. *Waste transportation* dan *waste motion* di PT Pindad (Persero) umumnya berupa pergerakan berulang-ulang untuk melakukan material handling antar proses produksi maupun antar divisi. *Waste inventory* terjadi pada PT Pindad (Persero) pada proses produksi *side link* berupa adanya *inventory* WIP sebanyak 1250 unit. *Waste excess processing* bukanlah waste yang tinggi dalam proses produksi side link. Hal tersebut karena seluruh defect yang ditimbulkan dapat langsung diperbaiki melalui serangkaian proses yang ada tanpa adanya proses tambahan.

Waste EHS terjadi karena budaya tidak patuh terhadap manajemen K3 yang sudah lama mengakar pada para pekerja yang sudah lama bekerja di PT Pindad (Persero) selain itu waste EHS juga terjadi karena memang kondisi proses produksi side link yang menghasilkan suara yang bising pada mesin forging dan memerlukan suhu yang tinggi pada tahap heating serta lingkungan pabrik yang kotor dan berantakan. *Waste defect* terjadi karena tidak alat bantu untuk melakukan standarisasi proses khususnya saat induksi dan *heating*. Selain itu, waste ini juga terjadi akibat kondisi daise dan kondisi mesin yang kurang optimal. *Waste waiting* dan *inventory* terjadi karena adanya permasalahan keterlambatan bahan baku serta keterlambatan pemrosesan produk khususnya untuk proses yang

memerlukan lintas divisi atau *machine sharing* yang terjadi akibat tidak adanya sistem penjadwalan proses produksi yang baik. Selain itu, waste ini juga terjadi karena adanya penurunan performa mesin. *Waste not-utilizing employee* terjadi berupa budaya ketidaksiplinan para operator dalam hal jam kerja akibat tidak adanya sistem pengawasan yang ketat terkait jam kerja. *Waste transportation* dan *motion* terjadi akibat proses *material handling* yang kurang baik, umumnya terjadi akibat *tools* dalam *material handling* antar proses yang tidak optimal.

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan waste tersebut adalah dengan memperbaiki kondisi lingkungan kerja pabrik melalui engineering control, memberikan sanksi dan pengawasan yang lebih ketat kepada pekerja terkait MK3, meningkatkan *awarness* terkait PPE kepada karyawan. Selain itu dapat juga dengan memberikan *tools* untuk membantu standarisasi proses khususnya pada proses induksi dan *heating*. Sebagai waste yang paling utama, *waste waitingdan inventory* dapat diminimalkan dengan menerapkan sistem penjadwalan dengan kartu kanban pada lini produksi PT Pindad (Persero). Selanjutnya, pembuatan sistem pengawasan yang ketat terkait jam kerja dan budaya kerja lainnya juga dapat membantu menghilangkan beberapa waste yang telah ditemuka. Untuk *waste transportation* dan *motion* usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki alat untuk *material handling* seperti memperbaiki *conveyor belt* yang ada atau dapat dengan merancang karakuri sebagai alat bantu dalam *material handling* termasuk juga dengan pembuatan *trolley* untuk membantu *material handling* di area pabrik.

Daftar Pustaka

- Aditya, D. (2019). Minimasi Waste dengan Pendekatan Value Stream Mapping. *Jurnal Optimasi dan Sistem Industri*, 18(2), 107 - 115.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*. United Kingdom: Taylor & Francis.
- Gaspersz, V. (2006). *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries, Waste Elimination and Continuous Cost Reduction*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. United Kingdom: Lean Enterprise Research Centre, Cardiff University.
- Krom, P., Ahmad, R., Mustafa, S. A., & Sin, T. C. (2019). IMPLEMENTATION OF KANBAN

MINIMIZE LEAD TIME OPERATION -A
CASE STUDY IN SEMICONDUCTOR
INDUSTRY. *Malaysian Technical Universities
Conference on Engineering and Technology
(MUCET)*. Pahang, Malaysia.

- Lot, L. T., Sarantopoulos, A., Min, L., Perales, S. R.,
Boin, I., & Ataide, E. (2018). Using Lean tools
to reduce patientwaiting time. *Leadership in
Health Service*, 31(3), 343 - 351.
- Utami, S. P. (2014). *Implementasi Metode Lean Six
Sigma Sebagai Upayah Meminimasi Waste
Produksi Link Belt Di PT Pindad (Persero)*.
Universitas Brawijaya, Teknik Industri. Malang:
Universitas Brawijaya.
- Wignjosobroto, S. (1995). *Ergonomi Studi Gerak dan
Waktu*. Jakarta: Guna Widya.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking :
Banish Waste and Create Wealth in Your
Corporation*. New York: Simon & Schuster.