

## USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* DENGAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* (VSM) DALAM MEMINIMALKAN WASTE PADA PROSES PRODUKSI BAN MOTOR PADA INDUSTRI PEMBUAT BAN

Henri Ponda<sup>1</sup>, Nur Fadilah Fatma<sup>2</sup>, Itok Siswantoro

Program Studi Teknik Industri – Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Tangerang

[henri\\_ponda@umt.ac.id](mailto:henri_ponda@umt.ac.id)<sup>1</sup>, [nurfadilah.fatma@umt.ac.id](mailto:nurfadilah.fatma@umt.ac.id)<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Industri komponen otomotif yang bergerak di bidang manufaktur ban sepeda motor di Daerah Tangerang harus memenuhi kebutuhan akan permintaan produk ban sepeda motor, oleh karena itu agar mampu memenuhi permintaan tersebut proses produksi diharapkan cepat dalam menghasilkan produk ban. Pada aliran produksi pembuatan ban luar sepeda motor terdapat beberapa pemborosan (*waste*) *activity* yang tidak memberikan nilai tambah yang dapat menghambat memenuhi permintaan pelanggan. Demi menurunkan pemborosan (*waste*), maka dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Diagram fishbone*. Berdasarkan data yang dikumpulkan diperoleh total *activity delay* pada *section booking* mencapai 2533 detik, *section venting* 468 detik, dan penyemprotan silikon mencapai 1080 detik. Maka dibuatlah usulan perbaikan untuk menghilangkan *waste* dengan menggunakan conveyor dan merubah tata letak *section* yang ada sehingga *activity delay* dapat dihilangkan. *Lead time* proses produksi juga lebih efisien dari yang semula sebesar 9820 detik menjadi 5761 detik atau 41,018 %, dan perbaikan persentase *Value added ratio* dari awalnya 56,71 % menjadi 96,67 %.

Kata kunci: Ban; *Fishbone Diagram*; *Lean Manufacturing*; Pemborosan; *Value Stream Mapping* (VSM)

### ABSTRACT

*The automotive component industry which is engaged in manufacturing motorcycle tires in the Tangerang area must meet the demand for motorcycle tire products, therefore in order to be able to meet this demand the production process is expected to be fast in producing tire products. In the production flow of making motorcycle tires, there are several waste activities that do not provide added value which can hinder meeting customer demands. In order to reduce waste, this study uses a Lean Manufacturing approach with the Value Stream Mapping (VSM) method and fishbone diagram. Based on the data collected, the total activity delay in the booking section reached 2533 seconds, the venting section 468 seconds, and silicon spraying reached 1080 seconds. Then a proposed improvement is made to eliminate waste by using a conveyor and changing the layout of the existing section so that activity delays can be eliminated. The lead time of the production process is also more efficient than the original 9820 seconds to 5761 seconds or 41.018%, and the percentage improvement in the Value added ratio from 56.71% to 96.67%.*

Keywords : *Fishbone Diagram*; *Lean Manufacturing*; *Tire*; *Value Stream Mapping* (VSM); *Waste*

## PENDAHULUAN

Kemampuan dalam memenuhi ekspektasi dari *customer* menuntut perusahaan-perusahaan manufaktur untuk dapat mengelola proses produksinya agar lebih efisien dan efektif. Ketepatan dalam pemenuhan order merupakan hal penting agar perusahaan mampu bersaing dengan para kompetitor. Di dalam usaha peningkatan produktivitas, perusahaan harus mengetahui kegiatan apa saja yang dapat meningkatkan nilai tambah produk (*value added*), mengurangi berbagai pemborosan (*waste*) dan melancarkan proses produksi.

Dari hasil pengamatan awal pada pembuatan ban sepeda motor diketahui bahwa di dalam aliran proses produksi perusahaan masih terdapat banyak pemborosan ataupun aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga dapat mengurangi profit bagi perusahaan. Hilangnya waktu produktif karena terjadinya keterlambatan pada saat pengiriman *green tire* antar *section* ke *section* lainnya, sehingga terjadi waktu tunggu pada proses selanjutnya. Ini merupakan beberapa pemborosan atau *waste* yang masih terjadi pada perusahaan, sehingga untuk meningkatkan lancarnya alur produksi maka perusahaan perlu melakukan perbaikan-perbaikan dalam proses produksinya secara berkesinambungan.

Dalam penelitian ini digunakan konsep pendekatan *lean manufacturing* untuk kelancaran sistem produksi, dan meminimasi pemborosan yang ada. *Lean manufacturing* adalah suatu konsep produksi dimana semua orang bekerja sama untuk menghilangkan pemborosan (*waste*). *Lean manufacturing* didefinisikan sebagai suatu proses yang terdiri dari lima langkah. Untuk menjadi sebuah perusahaan manufaktur yang *lean* diperlukan suatu pola pikir yang terfokus pada membuat produk mengalir melalui proses penambahan nilai tanpa interupsi (*one piece flow*), suatu sistem “tarik” yang berawal dari permintaan pelanggan, dengan hanya menggantikan apa yang diambil oleh proses berikutnya dalam interval yang singkat, dan suatu budaya dimana semua orang berusaha keras melakukan peningkatan secara terus-menerus (Womack, J. dan Jones, D., 2018).

## MATERI DAN METODA

### Ban

Ban adalah bagian roda yang menutupi velg ban merupakan bagian penting dari kendaraan sebagaimana fungsinya ban dipergunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan karena ketidakrataan permukaan jalan, melindungi roda dari aus dan kerusakan serta memberikan kestabilan antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan (Buntarto, 2015). Berikut ini beberapa fungsi ban (Buntarto, 2015):

- Menahan seluruh berat kendaraan, pada saat menahan beban yang berpengaruh adalah tekanan angin karena angin dalam ban berfungsi untuk menopang berat kendaraan dan muatan.
- Memindahkan tenaga ke permukaan jalan, tekanan angin dan jenis ban sangat berpengaruh dalam meredam guncangan awal sebelum diredam lagi oleh suspensi.
- Memindahkan gaya pengereman ke permukaan jalan, ban berfungsi meneruskan gaya gerak dan gaya pengereman ke permukaan jalan dan hal ini berkaitan dengan kinerja pengereman.
- Mengurangi kejutan yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak rata.
- Menjadikan sistem kemudi dapat bekerja, ban sangat penting dalam mengontrol arah mobil dan hal ini akan menentukan kemampuan berbelok dan kestabilan dalam berkendara saat berbelok.

Saat ini merek dan pola tipe dari ban sangat bervariasi. Pilihan ban yang tepat untuk memenuhi segala kebutuhan masyarakat dalam berkendara di segala medan harus diperhitungkan dengan cermat. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan performa mesin sepeda motor yang tentunya didukung oleh komponen ban. Adapun tipe dari ban dapat dibagi menjadi dua yaitu (Buntarto, 2015):

1. *Tube tire*, merupakan tipe ban yang pemakaiannya harus menggunakan ban dalam.
2. *Tubeless*, merupakan tipe ban yang mempunyai lapisan dalam yang lebih kuat dari pada ban yang menggunakan ban dalam.

### ***Lean Manufacturing***

*Lean manufacturing* adalah suatu konsep produksi dimana semua orang bekerja sama untuk menghilangkan pemborosan (*waste*). *Lean manufacturing* didefinisikan sebagai suatu proses yang terdiri dari lima langkah. Untuk menjadi sebuah perusahaan manufaktur yang *lean* diperlukan suatu pola pikir yang terfokus pada membuat produk mengalir melalui proses penambahan nilai tanpa interupsi (*one piece flow*), suatu sistem “tarik” yang berawal dari permintaan pelanggan, dengan hanya menggantinya apa yang diambil oleh proses berikutnya dalam interval yang singkat, dan suatu budaya dimana semua orang berusaha keras melakukan peningkatan secara terus-menerus (Womack, J. dan Jones, D., 2018).

Istilah “*Lean*” yang ada dalam dunia bidang manufaktur saat ini dikenal dengan istilah yang berbeda seperti *Lean Production*, *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, dan lain-lain. *Lean Manufacturing* merupakan upaya rekayasa suatu sistem produksi yang bertujuan untuk mengeliminasi adanya pemborosan (*waste*) pada setiap aspek produksi terkait, mulai dari aliran bahan baku sampai dengan aliran produk akhir ke konsumen, melalui metode *continuous improvement* sehingga dapat meningkatkan *output* yang dihasilkan dan produktifitas dari sistem produksi. Keberhasilan dari implementasi *lean manufacturing* memerlukan integrasi dari lima elemen utama pada *lean manufacturing*. Elemen-elemen pada *lean manufacturing* bersifat kritis dan diperlukan dalam upaya penerapan *lean manufacturing* pada suatu sistem produk.

Konsep *lean* pertama kali digagas oleh Taiichi Ohno, Eiji Toyoda dan Shigeo Shingo dengan mengembangkan sebuah sistem produksi yang disiplin dan berfokus pada proses yang sekarang dikenal sebagai *Toyota Production System* sebagai upaya dalam pengembangan industri di Jepang pada era pasca Perang Dunia II. Konsep *Toyota Production System* kemudian dipopulerkan di Amerika oleh *Massachusetts Institute of Technology* dalam studi mengenai pergerakan dari produksi massal ke arah produksi seperti yang dijabarkan oleh James P. Womack, Daniel T. Jones dan Daniel Roos dalam *The Machine that Changed the World* (1990) dengan julukan lain yaitu *Lean Manufacturing*. Tujuan dari sistem ini adalah untuk meminimumkan penggunaan sumber-sumber daya yang tidak memberi nilai tambah pada produk dan memberikan perbaikan berkelanjutan terhadap sistem tersebut. Konsep dasar dari *lean* ialah upaya rekayasa suatu sistem agar menjadi lebih ramping atau efisien dengan meminimalkan input pada sistem tersebut untuk mendapatkan hasil yang sempurna. Konsep dari *lean* pertama diperkenalkan oleh Ohno di industri manufaktur Jepang yaitu *Toyota Motor Corporation* pada tahun 1950an. Ohno mengemukakan bahwa konsep *lean* mampu digunakan untuk meminimalisasi pemborosan serta meningkatkan aliran produk dengan kualitas yang baik, selain daripada itu *lean* bertujuan untuk mengeliminasi segala jenis pemborosan yang terjadi demi meningkatkan performansi dari perusahaan. Konsep dari *lean* dapat diterapkan pada berbagai bidang yang ada pada perusahaan.

### **Pemborosan (Waste)**

Menurut Gaspersz (2007), *lean manufacturing* merupakan suatu sistem produksi yang menggunakan energi dan pemborosan yang sangat sedikit untuk memenuhi apa yang menjadi keinginan konsumen dengan tepat. Tujuan dari *lean manufacturing* adalah mengeliminasi pemborosan (*non value adding activity*) dari suatu proses sehingga aktivitas- aktivitas sepanjang value stream mampu menghasilkan *value adding*.

Menurut Suhartono (2007), di dalam *Toyota Production System* (TPS) terdapat tujuh *waste* dalam proses produksi yaitu sebagai berikut:

1. *Overproduction*, yaitu pemborosan yang disebabkan produksi yang berlebihan, maksudnya adalah memproduksi produk yang melebihi yang dibutuhkan atau memproduksi lebih awal dari jadwal yang sudah buat.
2. *Waiting*, yaitu pemborosan karena menunggu untuk proses berikutnya. *Waiting* merupakan selang waktu ketika operator tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity* dikarenakan menunggu aliran produk dari proses sebelumnya (*upstream*).
3. *Transportation*, transportasi merupakan kegiatan yang penting akan tetapi tidak menambah nilai pada suatu produk. Transportasi merupakan proses memindahkan material atau *work in process* (WIP) dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya, baik menggunakan forklift maupun conveyor.
4. *Excess processing*, terjadi ketika metode kerja atau urutan kerja (proses) yang digunakan dirasa kurang baik dan fleksibel. Hal ini juga dapat terjadi ketika proses yang ada belum standar sehingga kemungkinan produk yang rusak akan tinggi. Adanya variasi metode yang dikerjakan operator.
5. *Inventories*, adalah persediaan yang kurang perlu. Maksudnya adalah persediaan material yang terlalu banyak, *work in process* yang terlalu banyak antara proses satu dengan yang lainnya sehingga membutuhkan ruang yang banyak untuk menyimpannya, kemungkinan pemborosan ini adalah *buffer* yang sangat tinggi.
6. *Motion*, adalah aktivitas/pergerakan yang kurang perlu yang dilakukan operator yang tidak menambah nilai dan memperlambat proses sehingga *lead time* menjadi lama.
7. *Defects*, adalah produk yang rusak atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Hal ini akan menyebabkan proses *rework* yang kurang efektif, tingginya komplain dari konsumen, serta inspeksi level yang sangat tinggi.

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

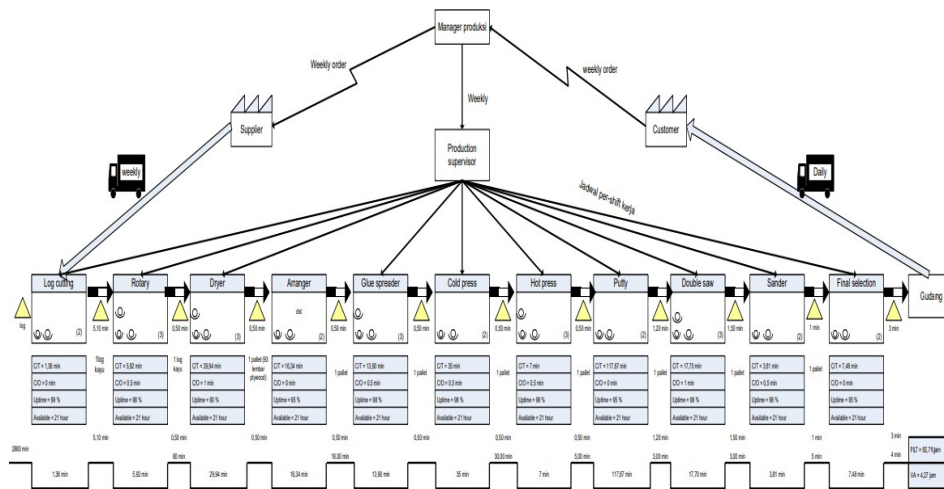
Rother and Shock (2003) *Value Stream Mapping* (VSM) adalah suatu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, yang tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang termasuk *value added* dan *non value added*.

Pengertian lain dari *Value Stream Mapping* adalah metode pemetaan *Lean* yang digunakan untuk menggambarkan semua kegiatan yang diperlukan dalam proses penghasilan suatu produk atau jasa. Dua langkah utama dalam pemetaan *Value Stream Mapping*, yaitu:

- 1). Pembuatan *Current State Map* untuk memetakan kondisi di lantai pabrik saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi pemborosan apa saja yang terjadi.
- 2). Pembuatan *Future State Map* sebagai usulan rancangan perbaikan dari *Current State Map* yang ada.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan *value streaming mapping* (VSM) adalah sebagai berikut :

- 1). Mengidentifikasi dan memetakan semua yang terlibat dalam proses produksi.
- 2). Menggambarkan masing-masing proses dalam VSM dan mengidentifikasi arah juga jenis informasi dari setiap proses yang ada.
- 3). Memasukkan jumlah operator
- 4). Informasi waktu yang digunakan adalah hasil jumlah produk dalam 1 *batch* dikalikan dengan rata-rata waktu pengerjaan 1 pcs. Pada 1 *batch* terdiri dari 36 pcs.
- 5). Membuat diagram waktu *value added* dan *non value added time* dibagian bawah VSM. Kemudian menghitung *value added ratio* (VAR adalah persentase dari seluruh kegiatan yang *value added*).



Gambar 1. Value Stream Mapping (Sumber: Rahmat, 2003)

### Fishbone Diagram

Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* adalah salah satu metode / *tool* di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan Jepang pada tahun 60-an bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tkyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan *diagram ishikawa*. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas (Murnawan, 2014).

Eris Kusnadi (2011) mengemukakan bahwa *diagram Ishikawa* mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, kategori yang paling umum digunakan adalah:

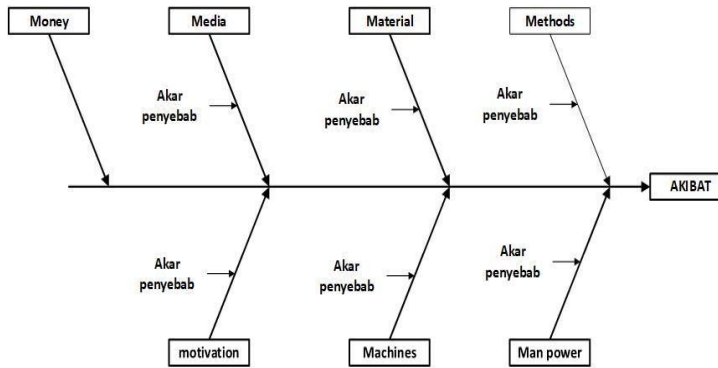
- a. *man* (orang), yaitu semua orang yang terlibat dari sebuah proses;
- b. *method* (metode), yaitu bagaimana proses dilakukan, seperti prosedur, peraturan dan lain-lain;
- c. *material*, yaitu semua bahan-bahan yang diperlukan untuk menjalankan proses;
- d. *machine* (mesin), yaitu semua mesin, peralatan, komputer dan lain lain yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan;
- e. *measurement* (pengukuran), yaitu cara pengambilan data dari proses yang dipakai

untuk menentukan kualitas proses;

- f. *environment* (lingkungan), yaitu kondisi di sekitar tempat kerja, seperti suhu udara, tingkat kebisingan, kelembaban udara, dan lain-lain.

Adapun kegunaan dari Diagram *Ishikawa* ialah:

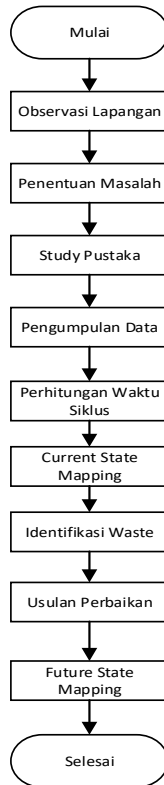
1. Membantu menentukan akar penyebab masalah dan ada banyak penyebab yang berkontribusi terhadap akibat
2. Mendorong partisipasi team
3. Format yang mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab dan akibat Indikasi variasi kemungkinan penyebab.
4. Meningkatkan pengetahuan tentang proses
5. Membantu untuk mengidentifikasi area untuk dilakukan perbaikan



Gambar 2. *Fishbone Diagram* (Sumber : Munarwan, 2014)

### Metoda Penelitian

Dibawah ini merupakan alur penelitian ini.

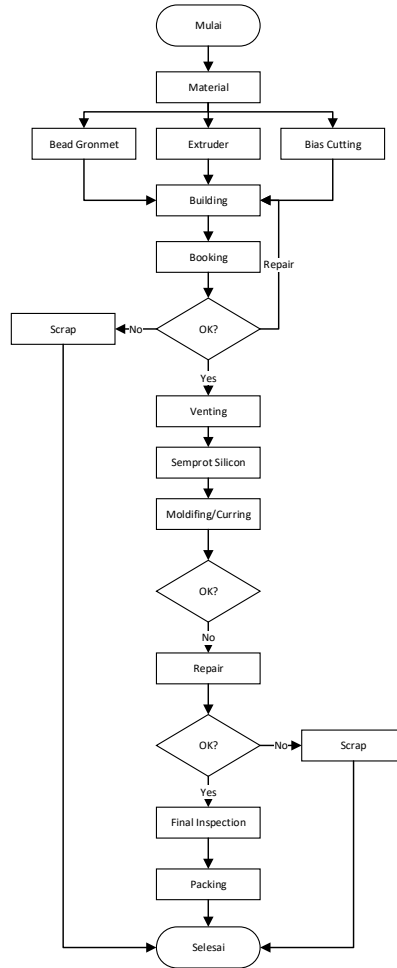


Gambar 3. Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Alur Proses Pembuatan Ban Sepeda Motor

Dalam produksi pembuatan ban motor alur prosesnya harus sesuai dengan SOP (*Standart Oprasional Procedure*) yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan jangan sampai ada salah satu proses yang terlewatkan agar mendapatkan hasil yang diharapkan dan mencegah adanya *defect* yang menyebabkan kerugian pada perusahaan. Adanya alur proses yang sudah dibuat tidak lain agar pada saat proses produksi aliran arus produksi bisa berjalan dengan lancar dan berurutan tanpa jumping step. Berikut gambar aliran proses produksi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Alur Proses Pembuatan Ban

### Value Stream Mapping (VSM)

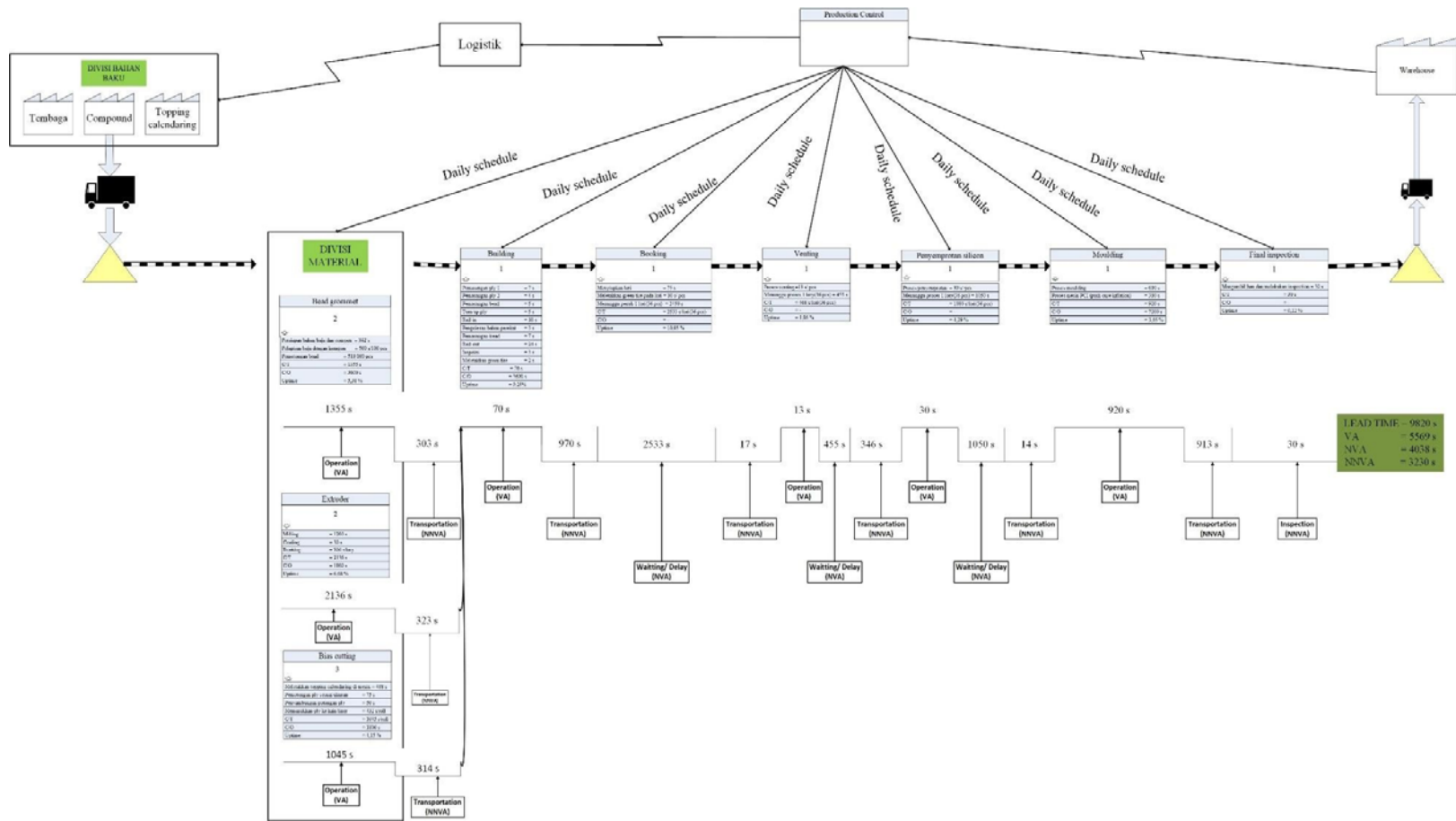
VSM merupakan sekumpulan dari seluruh aktivitas yang di dalamnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah yang dibutuhkan untuk membawa produk melewati aliran-aliran utama, mulai dari *raw material* hingga sampai ke tangan konsumen. Dengan VSM perusahaan dapat mengeliminasi *waste* mempersingkat *lead time* produksi, menekan biaya produksi, meningkatkan kualitas dan produktivitasnya.

Pengidentifikasi awal terhadap keseluruhan aktivitas pada proses produksi pembuatan ban luar sepeda motor merupakan *Current State Map* yang memperlihatkan keadaan saat ini pada perusahaan. Informasi yang diperoleh antara lain adalah aliran informasi produk, aliran fisik atau material, hubungan antara aliran informasi dan fisik, serta lama *production lead time* dan *value adding time*.

### Current State Mapping

*Current State Map* merupakan gambaran dari proses produksi yang berlangsung dalam perusahaan saat ini yang meliputi aliran informasi dan material. *Current State Map* diperlukan sebagai langkah awal dalam proses identifikasi *waste* pada proses produksi. Berikut adalah *current state map* proses produksi pembuatan ban luar sepeda motor.





Gambar 5. Current State Mapping

Keterangan dan hasil perhitungan gambar diatas:

1. *Bead grommet*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Persiapan bahan baja dan } compound + \text{ proses pelapisan bahan} \\ &\quad \text{baja dengan } compound + \text{ pemotongan bead ( 1 batch = 100 pcs )} \\ &= 342 \text{ s} + 500 \text{ s} + 513 \text{ s} = 1355 \text{ s/ batch} \end{aligned}$$

b. *Change over (C/O)*

$$C/O = 3600 \text{ s}$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional/total waktu kerja 1 shift}) \times \\ &\quad 100\% \\ &= (1355/25200) \times 100\% = 5,38 \text{ \%} \end{aligned}$$

2. *Extruder*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Milling} + \text{cooling} + \text{booking} \\ &= 1200 \text{ s} + 30 \text{ s} + 906 \text{ s} = 2136 \text{ s/lori (1 lori terdapat 2 roll tread , 1} \\ &\quad \text{roll 453 s)} \end{aligned}$$

b. *Change over (C/O)*

$$C/O = 1800 \text{ s}$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional/total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (2136/25200) \times 100\% = 8,47 \text{ \%} \end{aligned}$$

3. *Bias cutting*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Meletakkan } topping \text{ calendaring dimesin} + \text{ pemotongan ply sesuai} \\ &\quad \text{ukuran} + \text{ penyambungan potongan ply} + \text{ memasukkan ply ke} \\ &\quad \text{kain liner} \\ &= 488 \text{ s} + 75 \text{ s} + 50 \text{ s} + 432 = 1045 \text{ s/ roll} \end{aligned}$$

b. *Change over (C/O)*

$$C/O = 1800 \text{ s}$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional/total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (1045/25200) \times 100\% = 4,15 \text{ \%} \end{aligned}$$

4. *Building*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Pemasangan ply 1} + \text{ pemasangan ply 2} + \text{ pemasangan bead} + \text{ turn} \\ &\quad \text{up ply} + \text{ roll in} + \text{ pengolesan bahan perekat} + \text{ pemasangan tread} \\ &\quad + \text{ roll out} + \text{ inspeksi fisik green tire} + \text{ meletakkan green tire di} \\ &\quad \text{conveyor} \end{aligned}$$

$$C/T = 7 \text{ s} + 4 \text{ s} + 5 \text{ s} + 5 \text{ s} + 10 \text{ s} + 3 \text{ s} + 7 \text{ s} + 24 \text{ s} + 3 \text{ s} + 2 \text{ s} = 70 \text{ s/pcs}$$

b. *Change over (C/O)*

$$C/O = 3600 \text{ s}$$

c. *Uptime*

$$Uptime = (\text{Waktu fungsional/total waktu kerja 1 shift}) \times 100\%$$

$$= (70 / 25200) \times 100 \% = 0,27 \%$$

5. *Booking*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Menyiapkan lori} + \text{melektakkan } green \text{ tire sesuai } size \text{ pada lori} \\ &\quad 1 \text{ pcs} + \text{menunggu penuh 1 lori} / 36 \text{ pcs (proses } building \text{ 70 s/} \\ &\quad \text{pcs)} \\ &= 73 \text{ s} + 10 \text{ s} + 2450 \text{ s} = 2533 \text{ s / lori} \end{aligned}$$

b. *Change over*

$$(C/O) C/O = -$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional} / \text{total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (2601 / 25200) \times 100\% = 10,32 \% \end{aligned}$$

6. *Venting*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Proses } venting \text{ 1 pcs} \times 36 \text{ (jumlah } batch \text{ 1 lori)} \\ &= 13 \text{ s} \times 36 = 468 \text{ s / 1 lori} \end{aligned}$$

b. *Change over*

$$(C/O) C/O = -$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional} / \text{total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (468 / 25200) \times 100\% = 1,85 \% \end{aligned}$$

7. *Penyemprotan silicon*

a. *Cycle time (C/T)*

$$C/T = \text{Penyemprotan 1 pcs} \times 36 \text{ (jumlah } batch \text{ 1 lori)} 30 \text{ s} \times 36 = 1080 \text{ s /lori}$$

b. *Change over*

$$(C/O) C/O = -$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional} / \text{total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (1080 / 25200) \times 100\% = 4,28 \% \end{aligned}$$

8. *Molding*

a. *Cycle time (C/T)*

$$\begin{aligned} C/T &= \text{Proses } molding + \text{proses pembentukan kontur ban dan} \\ &\quad \text{menstabilkan konstruksi ban setelah keluar dari } mould \text{ (mesin} \\ &\quad \text{PCI)} \\ &= 610 \text{ s} + 310 \text{ s} = 920 \text{ s / pcs} \end{aligned}$$

b. *Change over (C/O)*

$$C/O = 7200 \text{ s}$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} Uptime &= (\text{Waktu fungsional} / \text{total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (920 / 25200) \times 100\% = 3,65 \% \end{aligned}$$

9. *Final inspection*

a. *Cycle time (C/T)*

$$C/T = \text{Mengambil ban dan melakukan inspeksi di area FI} 30 \text{ s /pcs}$$

b. *Change over (C/O)*

$$C/O = -$$

c. *Uptime*

$$\begin{aligned} \text{Uptime} &= (\text{Waktu fungsional}/\text{total waktu kerja 1 shift}) \times 100\% \\ &= (30/25200) \times 100\% = 0,12\% \end{aligned}$$

10. *Value added time (VA)*

$$\begin{aligned} \text{VA} &= \text{C/T Proses pembuatan material (Bead grommet + Extruder + Bias cutting)} + \text{C/T building} + \text{C/T venting per pcs} + \text{C/T penyemprotan silicon per pcs} + \text{C/T moulding} \\ &= (1355 \text{ s} + 2136 \text{ s} + 1045 \text{ s}) + 70 \text{ s} + 13 \text{ s} + 30 \text{ s} + 920 \text{ s} = 5569 \text{ s} \end{aligned}$$

11. *Non value added time (NVA)*

$$\begin{aligned} \text{NVA} &= \text{Time booking + time menunggu penuh 1 lori (Venting)} + \text{time menunggu penuh 1 lori (Penyemprotan silicon)} \\ &= 2533 \text{ s} + 455 \text{ s} + 1050 \text{ s} = 4038 \text{ s} \end{aligned}$$

12. *Neccesary non value added time (NNVA)*

$$\begin{aligned} \text{NNVA} &= \text{Time transportasi material (Bead grommet + Extruder + Bias Cutting)} + \text{transfer building ke booking} + \text{booking ke venting} + \text{venting ke penyemprotan silicon} + \text{penyemprotan silicon ke moulding} + \text{moulding ke final inspection} + \text{final inspection} \\ &= 303 \text{ s} + 323 \text{ s} + 314 \text{ s} + 970 \text{ s} + 17 \text{ s} + 346 \text{ s} + 14 \text{ s} + 913 \text{ s} + 30 \text{ s} = 3230 \text{ s} \end{aligned}$$

13. *Lead time*

$$\begin{aligned} \text{LT} &= \text{Proses pembuatan material dengan cycle time ter tinggi} + \text{C/T Building} + \text{C/T Booking} + \text{C/T venting} + \text{C/T Penyemprotan silicon} + \text{C/T moulding} + \text{C/T inspection} + \text{Time transportasi} \\ &= 2136 \text{ s} + 70 \text{ s} + 2533 \text{ s} + 468 \text{ s} + 1080 \text{ s} + 920 \text{ s} + 30 \text{ s} + 323 \text{ s} + 970 \text{ s} + 17 \text{ s} + 346 \text{ s} + 14 \text{ s} + 913 \text{ s} = 9820 \text{ s} \end{aligned}$$

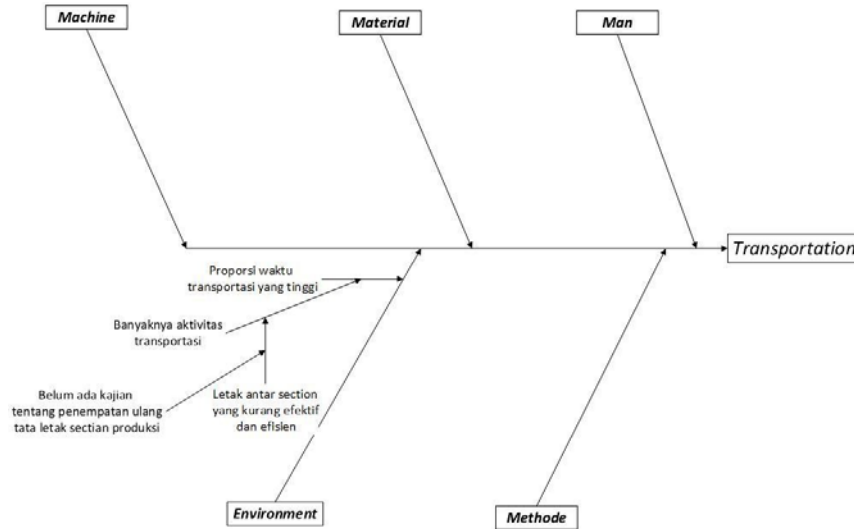
14. *Value Added Ratio*

$$\text{Value Added Ratio} = \frac{\text{value added time (process time)}}{\text{total process cycle time}} \times 100\%$$

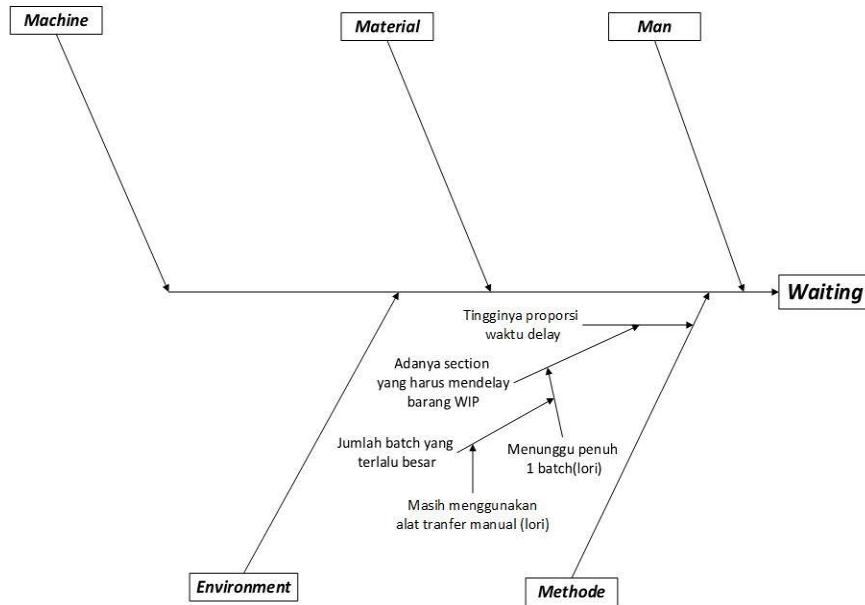
$$\text{Value Added Ratio} = \frac{5569}{9820} \times 100\% = 56,71\%$$

**Identifikasi penyebab pemborosan**

Untuk lebih rinci mengetahui penyebab terjadinya pemborosan, maka akan dilakukan identifikasi apa saja yang menyebabkan terjadinya pembrosan pada lini produksi ban sepeda motor yang dituangkan pada diagram *fishbone* dibawah ini.



Gambar 6. Fishbone Diagram Waste Transportation

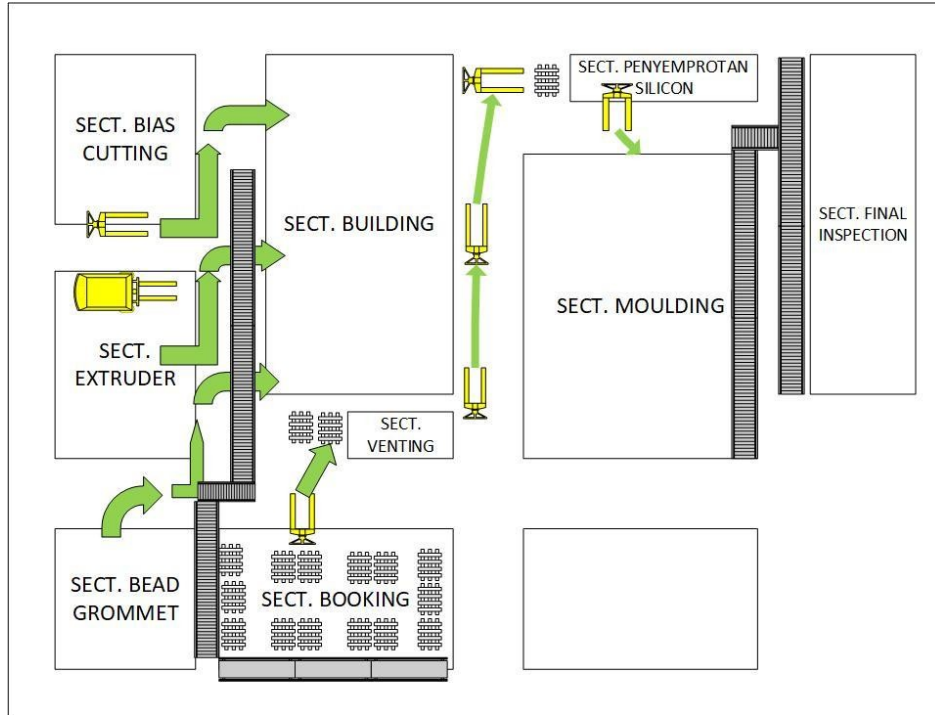


Gambar 7. Fishbone Diagram Waste Waiting

Berdasarkan diagram *fishbone* diatas, terdapat 2 waste activity, yaitu :

1. Transportation

Tingginya proporsi waktu aktivitas transportasi yaitu 3200 detik, disebabkan banyaknya aktivitas transfer antar *section* dikarenakan letaknya yang kurang efektif dan efisien. Alur proses produksi menjadi kurang maksimal. Banyaknya aktifitas perpindahan *green tire* dari *section* ke *section* lainnya dengan menggunakan lori sehingga waktu yang digunakan semakin bertambah pula. Untuk mengetahui tata letak *section-section* yang ada di lini produksi saat ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Tata letak *section* lini produksi ban sepeda motor saat ini

## 2. *Waiting*

Berdasarkan diagram *fishbone* diatas, yang menyebabkan lamanya *lead time process* adalah dari *waiting* barang WIP (*Work In Proses*) atau *green tire* pada *section booking*, *venting* dan penyemprotan *silicon*. *Waiting* terjadi dikarenakan harus menunggu untuk proses 1 *batch* yang berisi 36 pcs, dikarenakan masih menggunakan alat transfer manual yaitu lori. Untuk lebih jelasnya, proporsi waktu *waiting* maka dijabarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. *Waiting Time*

Proses	Waktu per pcs (Detik)	Waiting Time 1 lory (Detik)
<i>Booking</i>	10	2450
<i>Venting</i>	13	455
Penyemprotan <i>silicon</i>	30	1050
Total	53	3955

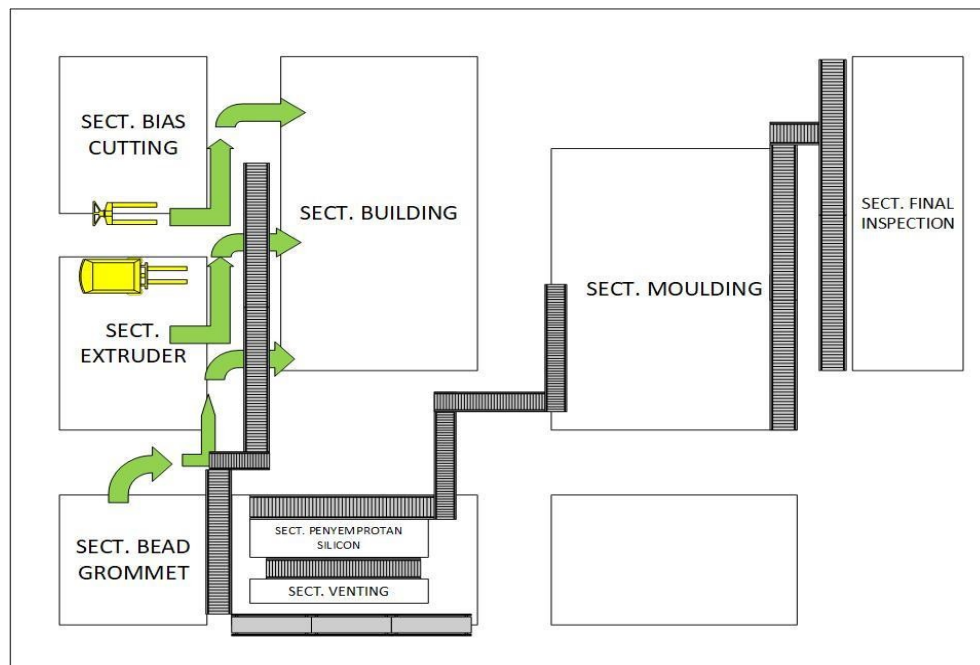
Dari tabel diatas dapat diketahui proporsi *waiting time* yang sangat tinggi yaitu 3955 detik.

## Usulan Perbaikan

Berdasarkan pemilihan penyebab dominan yang menyebabkan terjadinya pemborosan maka akan dilakukan pemberian solusi perbaikan. Berikut ini merupakan solusi perbaikan penyebab terjadinya *waste* sebagai berikut:

1. Mengurangi aktivitas transportasi disarankan untuk *section booking*, *section venting*,

dan *section* penyemprotan silicon dijadikan 1 area agar saling berdekatan, dan mengurangi aktivitas transportasi dengan merubah area *section*, sebagai gambaran dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Usulan perbaikan tata letak lini produksi ban sepeda motor

- Usulan yang diberikan adalah mengganti alat transfer menggunakan *automatic conveyor*. Dengan penambahan *conveyor* tidak perlu lagi *waiting* dikarenakan perpindahan *green tire* dari proses ke proses berjalan per pcs tanpa harus menunggu penuh 1 lori. Dibawah ini adalah perbandingan proporsi waktu sebelum dan sesudah usulan perbaikan.

Tabel 2. Perbandingan waktu sebelum dan sesudah perbaikan

Proses	Before (Detik)	After (Detik)
Booking	2533	10
Venting	468	13
Penyemprotan silicon	1080	30
Total	4081	53

Dengan pemetaan ulang letak *section booking*, *section venting* dan *section* penyemprotan silicon serta penambahan *automatic conveyor* maka aktivitas transportasi dapat berkurang dan menghilangkan *delay* pada proses tersebut. Perbedaan *lead time* proses sebelum dan sesudah perbaikan maka dijabarkan pada tabel dibawah ini.

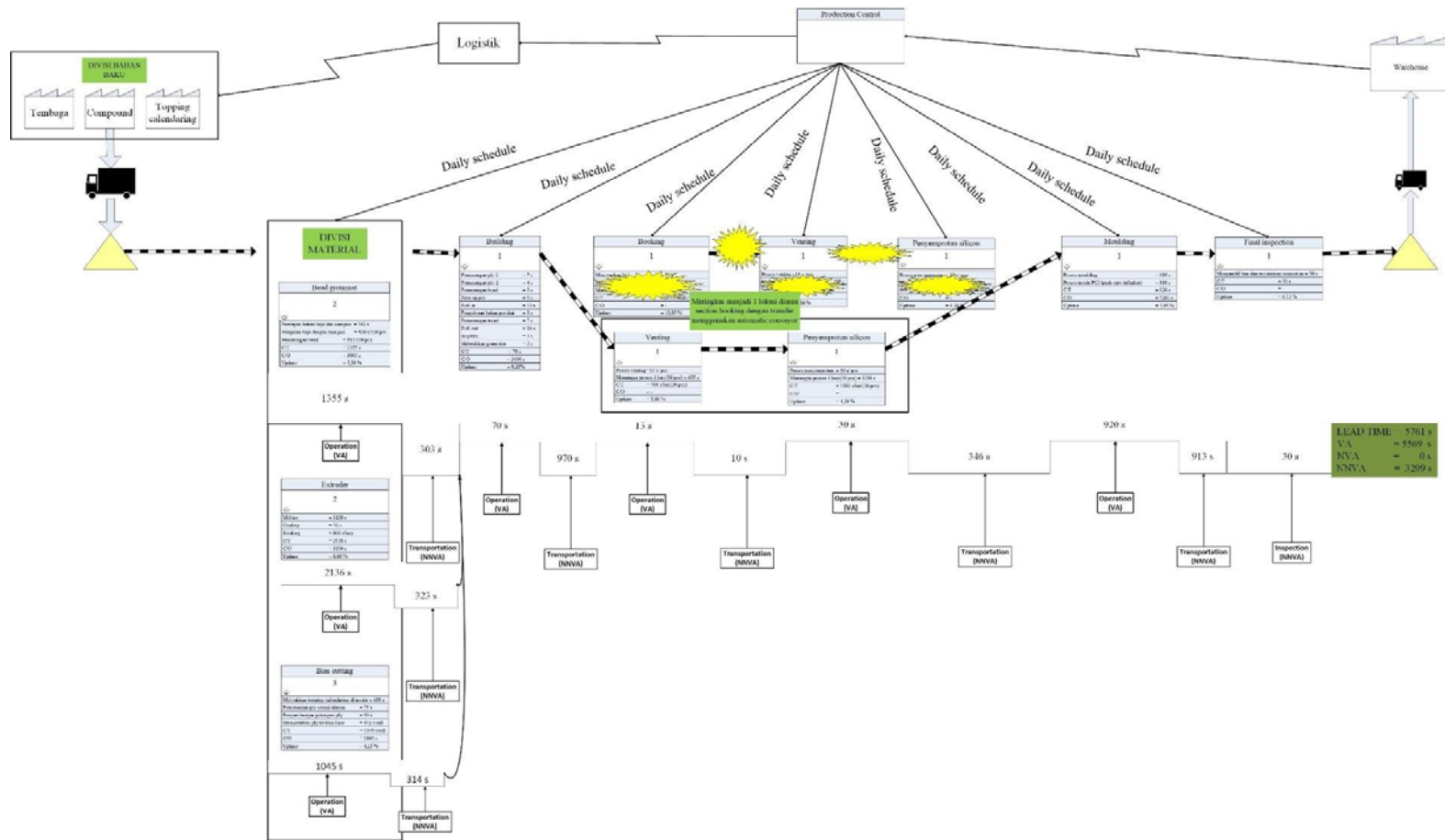
Tabel 3. *Lead Time* sebelum dan sesudah perbaikan

No.	Proses ( <i>activity</i> )	Waktu Sebelum (s)	Waktu Sesudah (s)
1	<i>Cycle time</i> bahan material (tertinggi)	2136	2136
2	Transfer bahan material (waktu tertinggi) ke <i>section building</i>	323	323
3	Proses <i>Building</i>	70	70
4	Transfer <i>green tire</i> ke <i>section Booking</i>	970	970
5	<i>Section Booking</i> ( <i>mapping</i> per size) di 1 lori	2533	-
6	Transfer ke <i>Section Venting</i>	17	-
7	Proses <i>Venting</i>	468	13
8	Transfer ke <i>section</i> penyemprotan silicon	346	10
9	Proses penyemprotan silicon	1080	30
10	Transfer ke <i>section moulding</i>	14	346
11	Proses <i>moulding</i>	920	920
12	Transfer ke <i>Final Inspection</i>	913	913
13	Proses <i>Inspection</i>	30	30
	<i>Lead Time</i>	9820	5761
	Selisih		4059

Hasil dari analisa usulan perbaikan ini adalah berkurangnya *lead time* proses produksi. *Lead time* sebelum perbaikan adalah 9820 s dan sesudah perbaikan menjadi 5761 s, maka *value added ratio* setelah perbaikan adalah 96,67 %, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram *future state mapping* Gambar 10 dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Value Added Ratio} &= \frac{\text{value added time (process time)}}{\text{total process cycle time}} \times 100\% \\
 &= \frac{5569}{5761} \times 100\% = 96,67\%
 \end{aligned}$$





Gambar 10. Future State Mapping

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisa dalam penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan hasil penelitian , diketahui terdapat aktivitas pemborosan pada proses produksi. Lead time yang panjang diakibatkan adanya aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses. Ada 2 aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi proporsi waktunya sangat tinggi, yaitu *activity transportation (waste Transportation)* dengan proporsi waktu 3200 detik dan *activity delay (waste waiting)* dengan total proporsi waktu 4038 detik.
2. Hasil dan usulan perbaikan dari analisa *waste* terjadi karena :
  - a. Banyaknya aktivitas transportasi antar *section* dikarenakan letaknya yang kurang efektif dan efisien. Alur proses produksi menjadi kurang maksimal. Banyaknya aktifitas perpindahan *green tire* dari *section* ke *section* lainnya dengan menggunakan lori sehingga waktu yang digunakan semakin bertambah pula maka usulan perbaikan untuk mengurangi *waste* transportasi adalah dengan mengurangi aktivitas transportasi dengan cara merubah area *section*, yaitu *section booking*, *section venting*, dan *section penyemprotan silicon* dijadikan 1 area agar saling berdekatan
  - b. *Waste waiting (Delay activity)* barang WIP (*Work In Proses*) atau *green tire* pada *section booking* dengan proporsi waktu 2533 detik, *section venting* dengan proporsi waktu 455 detik dan penyemprotan silicon dengan proporsi waktu 1050 detik. *Delay* terjadi dikarenakan harus menunggu untuk proses 1 *batch* yang berisi 36 pcs, untuk kemudian di kirim ke proses selanjutnya, dikarenakan alat transfernya masih menggunakan alat transfer manual yaitu lori maka usulan perbaikan untuk *waste wait* adalah mengganti alat transfer menggunakan *automatic conveyor*. Dengan penambahan *conveyor* dapat mengurangi aktivitas transportasi dan tidak perlu lagi *activity delay* dikarenakan perpindahan *green tire* dari proses ke proses berjalan per pcs tanpa harus menunggu penuh 1 lori.
3. Analisa dari hasil usulan perbaikan ini adalah berkurangnya *lead time* proses dari yang awalnya 9820 s menjadi 5761 detik, dan perbaikan persentase *Value added ratio* dari awalnya 56,71 % menjadi 96,67 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buntarto. (2015). *Sistem Ban Dan Roda*. Yogyakarta : PUSTAKABARUPRESS
- Damanik, Rahman. H., Afma, Methalina. V., dan Siboro Haulian, Anna. (2017). Analisa Pendekatan Lean Manufacturing Dengan Metode Vsm (Value Stream Mapping) Untuk Mengurangi Pemborosan Waktu (Studi Kasus Ud. Almaida). *Profisiensi*. Vol. 5 No. 1, hal 1-6.
- Gaspers, V. (2007). *Lean Six Sigma*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Hartini, S., dan Saptadi, S., dan Kadarina, N. (2009). Pengendalian Lantai Pabrik Dengan Load Oriented Manufacturing Control Pada Industri Mebel (Studi Kasus PT “X”). Vol. 30, No. 1, Hal. 38-44.
- Hafiz, Abdurrahman, A. (2019). Analisis Pemborosan Pada Aliran Produksi Tablet Effervescent Dengan Tool Value Stream Mapping Pada PT XYZ (Studi Kasus : PT. XYZ). *Industrial Engineering Online Journal*. Vol 8, No 1

- Hazmi, Widyana, F., dan Karningsih, Dana, P., Supriyanto, H. (2012). Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Mereduksi *waste* di PT ARISU. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 1, No. 1, hal. 135-140.
- Hidayat, R., dan Tama, Pambudi, I., Efranto, Yanuar. (2014) R.Penerapan *Lean Manufacturing* Dengan Metode *Vsm* Dan *Fmea* Untuk Mengurangi *Waste* Pada Produk *Plywood* (Studi Kasus Dept. Produksi PT Kutai Timber Indonesia). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol. 2, No.5 Hal. 1032-1043.
- Jakfar, A., dan Setiawan, Eko, W., Masudin I. (2014). Pengurangan *waste* menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 13, No. 1. Hal. 43-53.
- Khannan, Abdul, M., S., dan Haryono. (2015). Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT. Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Vol. 4, No. 1, Hal. 47-53.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mike, R. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA 1st Edition*.
- Muhammad, dan Yadrifil. (2018). *Implementation of Lean Manufacturing System To Eliminate Wastes on The Production Process of Line Assembling Electronic Car Components With WRM And VSM Method Case Study In Production Process of Daihatsu SIGRA Type 1.5 L 3NR- Ve, DOHC Dual VVT-i*. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia*. Hal. 265-281
- Ristyowati, T., dan Muhsin, A., dan Nurani. Puji, P. (2017). Minimasi *Waste* Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep *Lean Manufacturing* (Studi Kasus di PT. Sport Glove Indonesia). *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Vol. 10, No. 1, Hal. 85-96.
- Zuniawan, A. (2020). Implementasi *Value Stream Mapping* Pada Manufaktur *Belt Conveyor Part Untuk Mengurangi Cycle Time*. *Journal Industrial Servicess*. Vol. 5.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)