

Value Stream Mapping sebagai Upaya Pengurangan Waste di Departemen S PT A

Novitriana Anggraini Sudjianto¹, Liem Yenny Bendatu², I Gede Agus Widyadana³

Abstract: PT A is a manufacturer company which produces cigarette. PT A wants to do continuous improvement by keeping on reducing waste in S department. Value Stream Mapping (VSM) is a method that has been used to identify value added activity and non value added activity (waste) in that company.

Based on the current value stream mapping of brand Y, there are 3 types of wastes which are inventory, transportation, and waiting. The proposed improvements will reflect in the future value stream mapping and reduce the total lead time by 5.82 %.

Keywords: Value Stream Mapping, Waste, Lead time, Lean.

Pendahuluan

PT A merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri rokok. Salah satu departemen utama bagian produksi adalah departemen S. Departemen ini bertugas untuk melakukan pelintingan sampai pengemasan rokok. Seiring berjalannya waktu, permintaan akan produk rokok PT A selalu mengalami peningkatan. Peningkatan permintaan sebesar 8% terjadi di tahun 2010-2011 dan peningkatan permintaan sebesar 26% terjadi di tahun 2011-2012.

Perusahaan ingin melakukan perbaikan secara terus-menerus dengan terus melakukan pengurangan *waste* sebagai salah satu usaha untuk memperbaiki kinerja dalam upaya memenuhi permintaan produk yang semakin meningkat tanpa harus melakukan penambahan investasi. Aktivitas awal yang dilakukan PT A untuk menunjang tujuannya tersebut adalah melakukan optimalisasi proses produksi berupa pengurangan *waste* di departemen S. Salah satu cara yang digunakan PT A untuk melakukan pengurangan *waste* adalah dengan membuat *Value Stream Mapping* (VSM).

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui *waste* yang ada di departemen S PT A serta menemukan usulan perbaikan yang dapat mengurangi *waste* dan *lead time* yang ada di departemen S PT A.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibuat dengan menggunakan konsep *lean manufacturing* dengan *tools value stream mapping*.

Value stream mapping

Liker dan Meier [1] menyebutkan “value stream mapping as a methodology for building a big picture view of waste reduction”. Pemetaan keseluruhan proses secara visual yang dilengkapi dengan *cycle time*, *uptime*, *inventory* antar proses, perpindahan material, dan aliran informasi akan sangat membantu untuk menggambarkan kondisi proses saat ini. Hal-hal yang perlu dilakukan perhitungan dalam membuat *Value Stream Mapping* (VSM) antara lain (Morgan dan Liker [2]) *inventory lead time*, *raw material*, *headcount*, *uptime*, *cycle time*, *lead time*, *waiting time*, *transportation time*.

Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan proses produksi, terlebih dahulu departemen S menerima informasi dari pihak SCM dalam bentuk *Weekly Production Planning* (WPP) kepada pihak PPIC departemen S. Pihak PPIC kemudian memberikan informasi WPP tersebut kepada pihak produksi (*Production* dan *Shift Manager*) dan admin PPIC. *Production* dan *Shift Manager* akan memberikan informasi WPP setiap minggunya kepada *Production* dan *Maintenance Team Leader*. *Production* dan *Maintenance Team Leader* yang melakukan pemantauan proses produksi secara langsung.

Admin PPIC bertugas untuk melakukan *breakdown* WPP menjadi *Production Order* (PO) untuk setiap mesin yang digunakan. Admin PPIC juga me-

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: tirzanovitriana@yahoo.co.id, yenny@peter.petra.ac.id, gede@peter.petra.ac.id.

lakukan pemesanan material berdasarkan jumlah dan jenis material untuk kebutuhan setiap *shift*-nya berdasarkan *breakdown* yang telah dibuat. Material dipesan dari beberapa *supplier*, antara lain *Material Warehouse* (M WH), Potong Bandroll, *Printing Shop* (PS), dan *First Processing* (FP). Pemesanan material kepada M WH dilakukan setiap hari, sedangkan pemesanan material kepada Potong Bandroll, PS, dan FP dilakukan setiap minggu. Pemesanan material dilakukan dengan menyertakan jadwal kedatangan material.

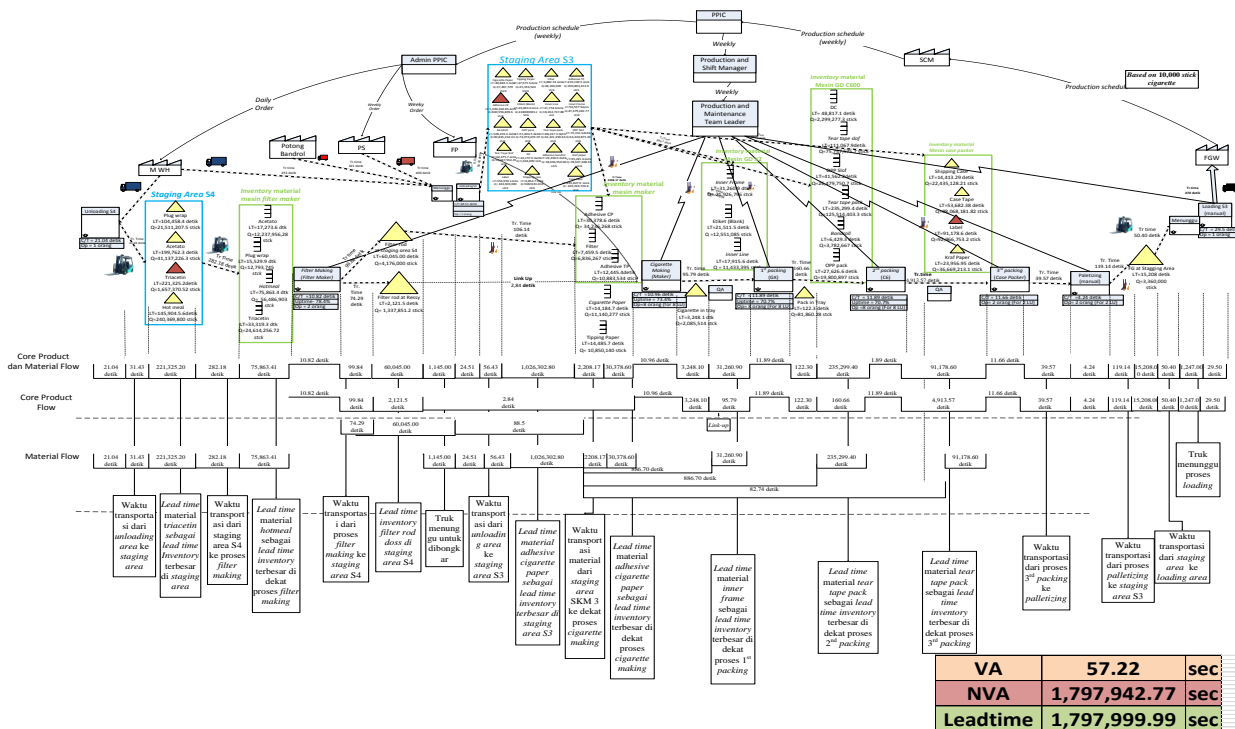
M WH, PS mengirimkan material ke departemen S dengan menggunakan truk, Potong Bandroll mengirimkan material dengan menggunakan mobil *box* dan PP mengirimkan material dengan menggunakan *conveyor linkup*. Material yang dikirim ke departemen S dengan menggunakan truk akan dibongkar dengan menggunakan alat bantu *forklift* untuk selanjutnya dibawa ke tempat penyimpanan sementara material (*staging area*).

Material dari *staging area* akan dikirim ke setiap mesin menggunakan *handlift*. Pengiriman material dilakukan ke dekat proses *filter making*, *cigarette making*, *1st packing*, *2nd packing*, dan *3rd packing*. Proses dan *output* dari setiap mesin ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Process dan output mesin*

<i>Machine</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>
<i>Filter maker</i>	<i>Filter making</i>	<i>Filter</i>
<i>Maker</i>	<i>Cigarette making</i>	<i>Cigarette stick</i>
GX	<i>1st packing</i>	<i>Cigarette in pack</i>
C6	<i>2nd packing</i>	<i>Cigarette in slof</i>
<i>Case packer</i>	<i>3rd packing</i>	<i>Cigarette in box</i>

Material yang sudah menjadi produk jadi (FG) bentuk *box* kemudian disusun sejumlah 30 *box* dalam 1 *pallet*. Setiap *pallet* yang telah berisi 30 *box* dipindahkan ke *staging area* untuk kemudian dimuat ke dalam truk dan dikirim ke *customer*. *Customer* departemen S adalah *Finished good Warehouse* (FGW). FGW memberikan informasi berupa kekurangan produk yang harus dipenuhi kepada pihak SCM. Aliran informasi untuk *brand Y* berlangsung terus seperti penjelasan diatas. *Current VSM* proses produksi *brand Y* seperti yang telah dijelaskan pada uraian diatas ditunjukkan pada Gambar 1. Total *lead time* proses produksi *brand Y* adalah 1.797.999,99 detik dengan total *lead time value added activity* 57.22 detik.



Gambar 1. *Current value stream mapping brand Y*

Identifikasi Waste

Current value stream mapping yang telah dibuat kemudian diurutkan *lead time* masing-masing aktivitasnya. Urutan *lead time* (terbesar –

terkecil) dan aktivitas proses produksi *brand Y* berdasarkan *current value stream mapping* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Urutan *lead time* proses produksi brand Y terbesar sampai terkecil

No	Aktivitas Proses	Kategori	Lead time Current (detik)
12	Inventory di staging area S3	NVAUN	1.026.302,80
20	Inventory material tear tape pack di dekat mesin C6	NVAUN	235.299,40
3	Inventory triacetin di staging area S4	NVAUN	221.325,20
22	Inventory label di dekat mesin case packer	NVAUN	91.178,60
5	Inventory material hotmeal di dekat mesin filter maker	NVAUN	75.863,41
17	Inventory inner frame di dekat mesin GX	NVAUN	31.260,90
14	Inventory adhesive cigarette paper di dekat mesin maker	NVAUN	30.378,60
8	Inventory filter rod doss di staging area	NVAUN	18.226,80
27	Inventory FG di staging area	NVAUN	17.560,00
16	Inventory cigarette in tray	NVAUN	3.248,10
13	Transportasi material dari staging area S3 ke dekat mesin maker	NVAN	2.208,17
29	Waiting (truk menunggu untuk loading)	NVAUN	1.247,00
9	Waiting (truk menunggu untuk unloading)	NVAUN	1.145,00
4	Transportasi material dari staging area S4 ke dekat mesin filter maker	NVAN	282,18
19	Inventory cigarette in pack	NVAUN	122,30
26	Transpotasi FG dari palletizing ke staging area S3	NVAN	119,14
7	Transportasi filter rod doss dari mesin filter maker ke staging area S4	NVAN	99,80
11	Transportasi dari unloading area ke staging area S3	NVAN	56,43
28	Transportasi dari staging area S3 ke loading area	NVAN	50,40
24	Transportasi dari case packer ke palletizing	NVAN	45,52
2	Transportasi unloading area ke staging area S4	NVAN	31,43
30	Proses loading FG ke Truk	NVAN	29,50
10	Unloading di S3	NVAN	24,51
1	Unloading di S4	NVAN	21,04
18	Cycle time proses 1 st packing (GX)	VA	11,89
21	Cycle time proses 2 nd packing (C6)	VA	11,89
23	Cycle time proses 3 rd packing (case packer)	VA	11,66
15	Cycle time proses cigarette making	VA	10,96
6	Cycle time proses filter making	VA	10,82
25	Cycle time proses palletizing	NVAN	4,24

Tabel 2 menunjukkan VA dan NVA baik yang *necessary* maupun *unnecessary* dengan *lead time* yang besar yang teridentifikasi sebagai *waste inventory*, *transportation*, dan *waiting*.

Inventory Waste

Inventory waste yang teridentifikasi ada di S3, di dekat mesin C6, di *staging area* S4, dekat mesin case packer, dekat mesin filter maker, dekat mesin GX, dekat mesin maker, filter rod doss dan FG di *staging area*. *Inventory waste* yang teridentifikasi dan dapat diberikan usulan perbaikan adalah yang berada di *staging area* S3, di dekat mesin C6, di dekat mesin filter maker, dan di dekat mesin GX.

Inventory material adhesive cigarette paper di *staging area* S3 menjadi *waste* karena *lead time* material ini paling besar dibandingkan dengan material lain yang ada di *staging area*. Material di *staging area* dipersiapkan untuk kebutuhan 1

shift yang kurang lebih ± 28.800 detik. Akan tetapi karena satuan pemesanan *adhesive cigarette paper* yang 1.000 kg menyebabkan material ini memiliki *lead time* lebih dari 1 *shift*. Usulan perbaikan untuk material *adhesive cigarette paper* ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan *periodic review* sebagai berikut:

Rata-rata kebutuhan material *adhesive cigarette paper* per 8 jam = 34,82 kg

Standar deviasi material *adhesive cigarette paper* setiap 8 jam = 2,46 kg

Service level material *adhesive cigarette paper* = 1,65

Maksimum *inventory* saat dilakukan *review* = $34,81 + (2,46 \times 1,65) = 38,88$ kg

Hasil perhitungan menunjukkan perlu dilakukannya pemecahan pemesanan menjadi pemesanan 30 kg. Jika pemesanan material *adhesive cigarette paper* dapat diperkecil menjadi 30 kg,

maka pemesanan terkecil adalah 1 *pallet*, dimana 1 *pallet* berisi 9 *drum adhesive* berisi 30 kg. Dengan melakukan pemesanan 1 *pallet*, *lead time adhesive cigarette paper* akan menjadi 166.261,06 detik (1,92 hari).

Inventory tear tape pack di area dekat mesin *packer* menjadi material dengan *lead time* terbesar dikarenakan 1 *roll* material *tear tape pack* baru akan habis setelah 32,68 jam dan karena penambahan material yang tidak memperhatikan batas maksimum *inventory* ketika material ditambahkan. Usulan perbaikan yang diberikan untuk *inventory waste* ini adalah memberikan *material supply* jadwal pengiriman material sesuai dengan *safety stock* dan batas maksimum *inventory* yang ditentukan perusahaan. Jika usulan ini dijalankan, maksimum *lead time* untuk material *tear tape pack* di dekat mesin adalah $1 \text{ roll} * 32,68 \text{ jam} + (32,68 - 24) \text{ jam} * 60 = 148.899,4 \text{ detik}$.

Inventory material hotmeal untuk *inventory* di dekat mesin *filter maker* tergolong NVAUN karena jumlah penambahan material ini langsung 25 kg (1 karung). Usulan perbaikan yang diberikan untuk *waste* ini adalah melakukan penambahan material *hotmeal* ke setiap mesin sesuai dengan kebutuhan ± 4 jam, yaitu 4 kg, sehingga 1 karung material *hotmeal* dapat ditambahkan ke beberapa mesin tidak hanya 1 mesin. *Lead time* maksimum yang 4 kg material *hotmeal* akan habis dalam waktu $(4 \text{ kg} * 64,18) = 15.403,73 \text{ detik}$.

Besarnya *inventory* material *inner frame* di dekat mesin GX dikarenakan pengisian material ini ke dekat mesin selalu dengan jumlah melebihi maksimum kapasitas yang ada di *trolley*. Usulan perbaikan yang diberikan adalah memberikan sanksi berupa pengurangan point penilaian kepada *material supply* yang melakukan penambahan material lebih dari kapasitas maksimum *trolley*. Kapasitas maksimum di *trolley* untuk material *inner frame* adalah 7 *roll*. Jika *material supply* melakukan penambahan material dengan sesuai kapasitas maksimum di *trolley*, maka *lead time* tertinggi yang akan dimiliki oleh material *inner frame* di dekat mesin GX adalah $7 \text{ roll} * 54,84 \text{ menit} = 23.032,8 \text{ detik}$ (6,4 jam).

Usulan Perbaikan untuk *inventory* material *adhesive cigarette paper* di *staging area* S3 tidak disetujui karena perusahaan menganggap pemecahan pemesanan material ini menjadi 30 kg membuat biaya pembelian semakin mahal, selain karena biaya pembelian yang mahal, *inventory adhesive cigarette paper* juga tidak membutuhkan banyak tempat. Usulan perbaikan untuk *inventory* material *hotmeal* di dekat mesin *filter maker* tidak disetujui karena perusahaan telah memberikan kapasitas maksimum untuk material *hotmeal* sebesar 30 kg karena material ini tidak membutuhkan tempat yang banyak. Penambahan material *hotmeal* akan menyebab-

kan *operator* membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal ini dikarenakan penambahan material *hotmeal* yang semula hanya memiliki frekuensi 1 kali/hari harus berubah menjadi 6 kali/hari. Dampak lain yang terjadi jika usulan tentang material *hotmeal* dilakukan adalah *operator* (*material supply*) perlu membutuhkan waktu yang cukup lama untuk melakukan *splitting* material dikarenakan prosedur *scan* yang diwajibkan perusahaan untuk melakukan penambahan material.

Inventory material *triacetin* di *staging area* S4 tidak diberikan usulan perbaikan karena satuan pemesanan terkecil adalah 880 kg. *Inventory* label di dekat mesin *case packer* dan *inventory* material *adhesive cigarette paper* di dekat mesin *maker* tidak diberikan usulan karena material label tidak memakan tempat yang besar di dekat mesin, selain itu kapasitas maksimum yang disediakan perusahaan di dekat mesin untuk material label adalah 18.000 lembar dan material *adhesive cigarette paper* di dekat mesin 11 kg.

Transportation Waste

Transportation waste yang teridentifikasi dan diberikan usulan perbaikan adalah pengiriman material ke dekat mesin *maker* dan pengiriman material ke dekat setiap mesin.

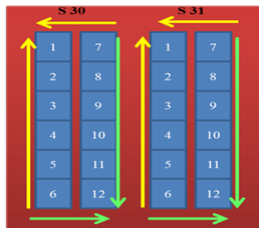
Pengiriman material ke dekat mesin *maker* menjadi *transportation waste* karena pengirim *adhesive* harus 3 kali kembali ke *staging area adhesive* tipping paper untuk melakukan refill *adhesive* ke *trolley* pengisian *adhesive* karena kapasitas *trolley* pengisian *adhesive* yang sedikit. Usulan perbaikan yang diberikan adalah penggantian *trolley* pengisian *adhesive* yang kapasitasnya sedikit (30 kg) dengan *trolley* pengisian *adhesive* dengan kapasitas yang lebih besar (70 kg), sehingga pengirim *adhesive* tidak 3 kali kembali ke *staging area* untuk melakukan refill pada *trolley* tetapi hanya 2 kali. *Trolley* hanya diganti dengan kapasitas yang mencapai 70 kg saja dikarenakan penggantian *trolley* ini memanfaatkan barang yang telah ada di area S3, sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya yang lebih.

Pengiriman material ke dekat setiap mesin merupakan *transportation waste* karena bagian *material supply* harus melihat ke mesin-mesin material apa yang harus ditambahkan baru *material supply* akan kembali ke *staging area* untuk mengambil material yang akan ditambahkan dikarenakan bagian *material supply* tidak memiliki jadwal pengiriman material ke mesin. Usulan perbaikan yang diberikan adalah memberikan jadwal pengiriman untuk pengiriman material ke mesin. Jadwal pengiriman material dibuat dengan mempertimbangkan *lead time* yang dibutuhkan *material supply* untuk mengirimkan material ke semua mesin serta waktu

habisnya setiap mesin sebagai *safety stock* atau minimum *inventory*.

Waiting Waste

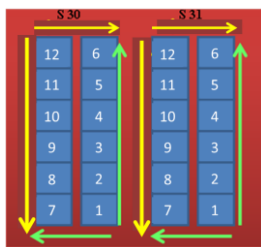
Waiting waste yang teridentifikasi dan dapat diberikan usulan pada proses produksi brand Y adalah *waiting Inventory finished good* di *staging area* S3 dan *filter rod doss* di *staging area* S4, truk *waiting* untuk proses *loading-unloading*, dan *cigarette* menunggu untuk proses *packing*. *Inventory finished good* di *staging area* S3 dan *filter rod doss* di *staging area* S4 menjadi salah satu *waiting waste* yang teridentifikasi di *current VSM* karena *lead time inventory* ini yang cukup tinggi. *Lead time* yang cukup tinggi pada *inventory* ini bukan dikarenakan jumlah *inventory*nya yang banyak melainkan karena alur pengambilan *inventory* ini yang tidak FIFO. Alur pengambilan *inventory* yang terjadi saat ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi awal alur pengambilan FG dan *filter rod doss*

Tanda panah kuning merupakan alur *filter rod* dan *finished good* diletakkan. Tanda panah hijau merupakan alur *filter rod* dan *finished good* diambil atau dikeluarkan untuk dikirim. Posisi pertama kali yang diisi adalah posisi 1 kemudian 2 dan seterusnya secara berurutan, sedangkan posisi pengeluaran atau pengambilan dimulai dari posisi 12 kemudian 11 dan seterusnya sampai posisi 1.

Usulan perbaikan yang diberikan adalah memberikan sebuah standar alur pengambilan baru yang harus FIFO dengan memberikan alur peletakan barang yang baru. Gambar 3 merupakan gambar yang menunjukkan usulan alur pengambilan *finished good* dan *filter rod doss*.



Gambar 3. Usulan alur pengambilan *finished good* dan *filter rod doss*

Tanda panah kuning merupakan alur *filter rod* dan *finished good* diletakkan. Tanda panah hijau

merupakan alur *filter rod* dan *finished good* diambil atau dikeluarkan untuk dikirim. Posisi pertama kali yang diisi adalah posisi 1 kemudian 2 dan seterusnya secara berurutan, sedangkan posisi pengeluaran atau pengambilan dimulai dari posisi 1 kemudian 2 dan seterusnya sampai posisi 12. Perubahan yang terjadi adalah perubahan alur peletakan *filter rod doss* dan FG ke *staging area*.

Truk yang menunggu untuk proses *unloading* dan *loading* disebabkan karena 3 hal. Pertama karena tidak ditepatinya jadwal kedatangan truk *supplier*, kedua belum adanya jadwal kedatangan truk departemen S untuk memuat barang, dan ketiga adalah tidak adanya *material supply* di area bongkar-muat. Usulan perbaikan yang diberikan untuk *waste* ini adalah diberikan jadwal untuk truk harus datang dan memuat barang yang telah disesuaikan dengan jadwal kedatangan truk *supplier*, untuk menghindari truk datang disaat yang bersamaan. Pembuatan jadwal kedatangan truk dibuat berdasarkan kemampuan produksi mesin serta jadwal lain yang telah ada sebelumnya, sehingga jadwal kedatangan truk S disesuaikan dengan jadwal yang sudah ada.

Cigarette yang menunggu untuk proses *packing* merupakan *waiting waste* karena *cigarette* menunggu mesin GX yang sedang berhenti karena sensor di *hopper* membaca tidak adanya *cigarette*. Sensor membaca tidak adanya *cigarette* dikarenakan adanya rokok melintang yang disebabkan kurangnya terpecahnya perhatian *prodtech* ke bagian mesin yang lain. Penyebab lain dikarenakan *tray* yang kurang penuh karena sensor di mesin HCF tidak dilakukan pengecekan secara rutin serta karena helper yang tidak merapikan *cigarette* di *tray* saat melakukan pemindahan *tray*. Sensor yang tidak dilakukan pengecekan secara rutin dapat menyebabkan sensor kurang sensitive dalam melakukan pembacaan, sehingga terjadi fluktuasi kepenuhan *tray*. Usulan perbaikan yang diberikan untuk *waiting waste* ini adalah memberikan *prodtech job description* yang lebih jelas tentang perhatian *prodtech* terhadap *link-up* dan menambahkan *list* pada kegiatan *electric detector* untuk melakukan pengecekan pada sensor HCF. Kegiatan *electric detector* merupakan kegiatan rutin yang dilakukan setiap minggu oleh bagian eletrik untuk melakukan pengecekan pada setiap sensor yang ada di setiap mesin di departemen S. Serta *briefing helper* untuk merapikan *cigarette* di *tray* saat *helper* memindahkan *cigarette tray* dari mesin HCF ke mesin Magomat.

Future value stream mapping dibuat berdasarkan usulan perbaikan yang disetujui perusahaan. Hasil dari *future value stream mapping* menunjukkan adanya penurunan *lead time* pada proses produksi brand Y sebesar 104.954,77 detik atau 5,82 % dari kondisi awal. Pengurangan *lead time*

dari *current value stream mapping* akan sesuai dengan target yang ada pada *future value stream mapping*, apabila usulan perbaikan dijalankan dengan baik. Penurunan *lead time* sebesar 5,82 % dikarenakan adanya penurunan waktu pada beberapa aktivitas seperti *waiting* (truk menunggu untuk *unloading*), transportasi material dari

staging area ke dekat mesin *maker*, *inventory inner frame* di dekat mesin GX, *inventory material tear tape pack* di dekat mesin C6, dan *waiting* (truk menunggu untuk *loading*). Rekapitulasi penurunan waktu antara *current* dan *future value stream mapping* pada proses produksi *brand Y* Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi penurunan waktu antara *current* dan *future value stream mapping* pada proses produksi *brand Y*

Aktivitas Proses	Lead time Current (detik)	Lead time future (detik)	Penurunan lead time (detik)	Penurunan Lead time (%)
<i>Inventory filter rod doss</i> di <i>staging area</i>	60.045,00	56.800,00	3.245,00	5,40
<i>Waiting</i> (truk menunggu untuk <i>unloading</i>)	1.145,00		1.145,00	100,00
Transportasi material dari <i>staging area</i> ke dekat mesin <i>maker</i>	2.208,17	1.874,02	334,15	15,13
<i>Inventory inner frame</i> di dekat mesin GX	31.260,90	23.032,80	8.228,10	26,32
<i>Inventory material tear tape pack</i> di dekat mesin C6	235.299,40	148.899,40	86.400,00	36,72
<i>Inventory FG</i> di <i>staging area</i>	17.560,00	13.552,50	4.007,50	22,82
<i>Waiting</i> (truk menunggu untuk <i>loading</i>)	1.247,00		1.247,00	100,00
Total lead time	1.797.999,99	1.693.393,24	104.954,77	5,82

Penerapan jadwal kedatangan truk yang ditepati oleh setiap pihak akan dapat menghilangkan aktivitas *waiting*, sehingga aktivitas *waiting* tidak terjadi. Akibat dari tidak terjadinya aktivitas *waiting* dapat menurunkan *lead time* pada aktivitas ini sebesar 100 %.

Simpulan

Waste yang teridentifikasi berdasarkan penggambaran *current VSM* pada proses produksi *brand Y* antara lain *inventory*, *transportation*, dan *waiting waste*. Usulan perbaikan yang disetujui perusahaan antara lain memberikan jadwal kedatangan truk serta memberikan masukan kepada *team leader material supply* agar melakukan pengawasan terhadap bawahannya dengan lebih ketat, memberikan *material supply* jadwal pengiriman material sesuai dengan *safety stock* dan kapasitas maksimum *inventory* yang ditentukan perusahaan, memberikan sanksi kepada *material supply* yang melakukan penambahan material lebih dari kapasitas

maksimum *trolley* berupa pengurangan *point* penilaian, melakukan penggantian *trolley* pengiriman dengan kapasitas yang lebih besar, mengubah alur pengambilan FG dan *filter rod doss* menjadi FIFO. *Future value stream mapping* dibuat berdasarkan usulan perbaikan yang disetujui perusahaan. Penurunan *lead time* dari *current* ke *future VSM* sebesar 5,82 %.

Daftar Pustaka

- Liker, J.K. & Meier, David (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide For Implementing Toyota's 4Ps*. United States Of America: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Morgan, James M. & Liker, Jeffrey K. (2006). *The Toyota Product Development System: integrating people, process, and technology*. New York: Productivity Press/Holmes, C. C., and Mallick, B. K., Generalized Nonlinear Modeling with Multivariate Free-Knot, *Journal of the American Statistical Association*, 98(462), 2003, pp. 352-365.