

# ANALISIS WASTE DALAM ALIRAN MATERIAL INTERNAL DENGAN VALUE STREAM MAPPING PADA PT XYZ

**Gita Ayu; Jeffry Hanggara; David Kurniawan; Gunawan**

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Binus University  
Jln. K.H. Syahdan No. 9 Palmerah Jakarta Barat 11480  
KGAYu@binus.edu

## ABSTRACT

*The main focus of the research is excess inventory and motion waste which commonly occur in warehouse and production floor. This research is carried out to minimize the average level and eliminate unnecessary motions, with consideration of electronic pull and traceability system characteristics. Product X, the highest-selling product, is the object of this research. To identify the current condition, the current state Value Stream Mapping (VSM) is developed as the basis to arrange improvement plan to minimize the wastes. Safety stock is determined through average and maximum consumption difference; and reorder point is determined to comply with pull approach. Average inventory level is calculated using continuous review method. The simulation was conducted and it was shown that 8.29 minutes is the maximum lateness. Thus, safety stock and reorder point are adjusted accordingly to anticipate stockout due to lateness. The improvement of process cycle efficiency is shown to increase from 4.1 % to 5.1 % as projected in future state VSM.*

**Keywords:** waste, value stream mapping, pull, reorder point, continuous review, process cycle efficiency

## ABSTRAK

*Hal yang menjadi perhatian utama dalam penelitian ini adalah adanya waste excess inventory dan motion dalam pengiriman material ke lantai produksi. Penelitian dilakukan untuk meminimalisasi waste tingkat persediaan dan mengeliminasi gerakan yang tidak perlu, sesuai dengan karakteristik sistem pull dan traceability elektronik yang akan diimplementasikan. Produk yang menjadi model line untuk perbaikan adalah brand X, yang merupakan produk dengan penjualan tertinggi. Untuk mengidentifikasi keadaan saat ini, dilakukan pemetaan current state Value Stream Mapping (VSM) sebagai landasan dalam menyusun rencana perbaikan untuk meminimasi pemborosan. Safety stock ditentukan menggunakan metode perbedaan maksimum dan rata-rata, sedangkan untuk aplikasi pendekatan pull dilakukan penentuan reorder point. Average inventory level dihitung menggunakan metode continuous review. Berdasarkan simulasi, diperoleh hasil keterlambatan maksimum sebesar 8,29 menit. Maka, dilakukan penyesuaian safety stock dan reorder point untuk mengantisipasi stock-out akibat keterlambatan pengiriman. Berdasarkan pengolahan data, pada future state VSM diproyeksikan process cycle efficiency akan meningkat dari 4,1% menjadi 5,1%.*

**Kata kunci:** waste, value stream mapping, pull, reorder point, continuous review, process cycle efficiency

## PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang industri rokok. PT XYZ memproduksi rokok dengan berbagai merek, dengan merek X sebagai produk dengan penjualan terbesar. Saat ini, aktivitas pengiriman material dari *warehouse* ke lantai produksi belum direncanakan secara sistematis. Maka, perlu disusun rencana perbaikan terhadap pengiriman tersebut. Pengiriman dilakukan oleh seorang OS (*Operating Support*) berdasarkan perkiraan, sehingga cenderung terjadi penumpukan di lantai produksi. Berikut ini karakteristik yang diamati dalam aktivitas pengiriman material ke lantai produksi: pada pengiriman pertama, OS melakukan loading material di *warehouse* ke *pallet* dengan komposisi acak. OS mengirim *pallet* ke lantai produksi, kemudian mencatat status tiap material pada masing-masing lini dan memperkirakan jumlah material yang diperlukan. OS kembali ke *warehouse*, kemudian melakukan *loading* material berdasarkan perkiraan yang telah dilakukan. Berikutnya, OS melakukan *loading material* di *warehouse* ke *pallet* berdasarkan proses yang dituju, contohnya melakukan pengiriman material untuk proses *packer*. Dalam sekali pengiriman, *pallet* yang dibawa memuat material yang ditujukan untuk beberapa *link-up* sekaligus.

Aktivitas pengiriman *Direct Input Material* (DIM) dari *warehouse* ke lantai produksi dimulai dengan menerima *picklist*, memuat jenis material yang digunakan; kemudian loading material ke *pallet* berdasarkan perkiraan, selanjutnya transportasi material ke semua *link-up*, tahap selanjutnya *unloading* material ke *trolley*, terakhir memperkirakan kebutuhan material untuk pengiriman selanjutnya. Di sisi lain, PT XYZ sedang merencanakan implementasi sistem *traceability* (telusur-jejak) dan *pull* secara elektronik untuk pengiriman material ke lantai produksi. Berikut karakteristik pengiriman material yang diperlukan dalam implementasi sistem tersebut: *pallet* atau *trolley* yang dikirim ditujukan hanya untuk satu mesin, contohnya mesin *cigarette packer* pada *link-up* 1.1. Berikutnya, komposisi jenis dan jumlah material pada *pallet* yang dikirim telah ditetapkan pada sistem (*order quantity* tetap).

Sebelum menyusun rencana perbaikan, perlu dilakukan pemetaan aliran material *as-is* (saat ini) PT XYZ dengan *tool value stream mapping* (VSM). Pemetaan ini bermanfaat untuk menentukan hal-hal yang menjadi prioritas untuk diperbaiki. Penggunaan VSM sebagai metoda perbaikan yang diajukan ini mengacu pada konsep *lean and green* (Chen and Frank, 2010) serta studi kasus di pengoperasian truk (Prabhu, et.al, 2008). Analisis aliran material internal dilakukan di sepanjang *value stream brand X* PT XYZ. Pengamatan aktivitas pengiriman material dilakukan dengan observasi langsung. Pengamatan *stock* dan konsumsi untuk memetakan *average inventory level* dilakukan selama 5 shift pada tanggal 24 dan 25 Mei 2011. Simulasi pengiriman material dilakukan sesuai perhitungan kebutuhan berdasarkan *uptime* tanggal 1-10 Mei 2011. Pengiriman material yang menjadi prioritas perbaikan adalah material-material utama berdasarkan nilai dan tingkat konsumsinya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis *process cycle efficiency* (PCE) dalam aktivitas aliran material internal dengan VSM *current state*, menyusun rencana perbaikan dalam aktivitas pengiriman material dengan mempertimbangkan karakteristik sistem yang akan diimplementasikan, dan memproyeksikan peningkatan PCE pada VSM *future state*.

## METODE

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: (1) identifikasi masalah; permasalahan pada perusahaan diidentifikasi dengan menelusuri akar penyebab permasalahan melalui pengamatan secara langsung di lapangan, kemudian dilakukan perencanaan metode-metode yang akan

digunakan untuk menyelesaikan akar permasalahan utama yang ada; (2) studi pustaka; dilakukan dengan mempelajari buku, artikel, jurnal dan referensi-referensi yang terkait secara langsung maupun tidak langsung dengan masalah yang dihadapi. Tujuan studi pustaka adalah memahami konsep dan teori yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada; (3) menentukan tujuan dan ruang lingkup; berdasarkan identifikasi masalah dan studi pustaka yang telah dilakukan, ditetapkan tujuan dan ruang lingkup penelitian untuk dapat menyelesaikan permasalahan secara tepat dan efektif; (4) pembuatan peta aliran proses dan informasi; Langkah selanjutnya adalah membuat peta aliran proses dan informasi sebagai gambaran besar semua aktivitas di sepanjang *value stream*. Peta ini meliputi proses-proses, *stock*, aliran material, *Work-In-Process (WIP)* dan/atau *Finished Goods* dari *receiving* hingga *shipping*, serta aliran informasi dari *supplier* hingga *customer*.

Peta ini dibuat berdasarkan observasi dan wawancara; (5) mengumpulkan data *stock* dan konsumsi; data *stock* dan konsumsi dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Adapun tahapan pengumpulan data ini yaitu: (a) melakukan penghitungan *stock* material di tiap mesin (b) Mendata jumlah material yang masuk (c) Menghitung konsumsi material; (d) Menghitung *average inventory level* (e) Menghitung *average inventory level* dalam *shift*. Konsep yang digunakan dalam pertimbangan persediaan ini mengacu pada konsep persediaan Assauri (1999) serta konsep probabilitas dalam persediaan dari Bowersox dan Closs (1996); (6) mengukur waktu transportasi, *loading* dan *unloading*; Pengukuran waktu *transportasi*, *loading* dan *unloading* dilakukan dengan metode jam henti (*stopwatch*). Waktu transportasi yang diukur adalah setiap perpindahan material dan *core product* antar *value stream* dari kedatangan material hingga pengiriman material.

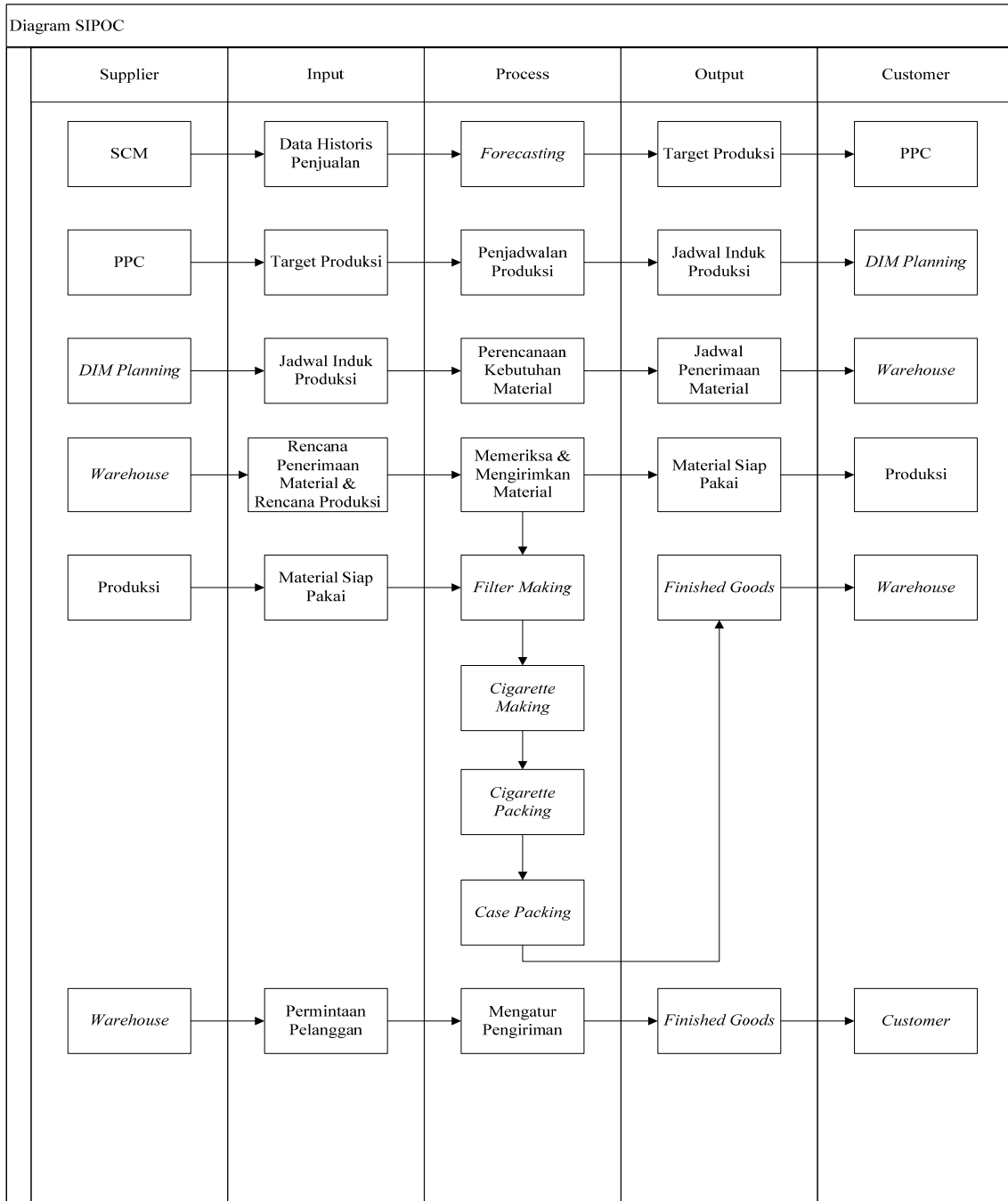
Pengukuran dilakukan dengan menggunakan konsep time study melalui pengukuran waktu secara langsung (Barnes, 2009); (7) uji kecukupan dan keseragaman data; tahapan selanjutnya setelah dilakukan pengambilan data adalah melakukan pengujian kecukupan dan keseragaman data. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan waktu transportasi, *loading* dan *unloading* yang akurat serta untuk mendukung kepercayaan serta tingkat ketelitian pada hasil pengukuran yang telah dilakukan; (8) mengisi data pada peta aliran proses (*Current State VSM*); data transportasi dan *average inventory level* yang telah diukur dan dihitung, diisi ke peta aliran material yang telah dibuat.

Dengan langkah ini, maka proses pemetaan kondisi saat ini telah selesai dilakukan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *Process Cycle Efficiency (PCE)*. Nilai PCE adalah efisiesi relative sebuah proses yang mewakili waktu yang digunakan untuk menambah nilai produk dibandingkan dengan total waktu yang dipergunakan produk selama proses per satu siklus part dalam satuan waktu (Gasperz, 2008); (9) menentukan komposisi perhitungan material; menghitung kebutuhan material per shift sesuai target *uptime*, dan menentukan komposisi *pallet* dalam pengiriman untuk masing – masing mesin. Langkah ini dilakukan sebagai usulan perbaikan pengiriman material ke lantai produksi; (10) menentukan *lead time* pengiriman material ke lantai produksi; perhitungan *lead time* dengan metode yang diusulkan, dilakukan dengan menghitung waktu loading dan transportasi untuk masing-masing *pallet*; (11) menghitung *safety stock* dan *reorder point*; menghitung *safety stock* dengan metode perbedaan pemakaian maksimum dan rata-rata untuk masing-masing material, serta menghitung *reorder point* untuk metode Q.

Hal ini dilakukan sesuai dengan pendekatan *pull* yang akan diimplementasikan (Assauri, 1999, Heizer and Render, 2007); (12) menghitung *average inventory level* dengan metode yang diusulkan; setelah dilakukan perencanaan, maka dilakukan perhitungan *average inventory level* dengan metode pengiriman material yang diusulkan; (13) membuat *future state VSM*; setelah penghitungan *average inventory level*, dilakukan pembuatan *future state VSM* dan perhitungan PCE, sehingga dapat dibandingkan dengan rasio sebelum implementasi; (14) kesimpulan dan saran; dari hasil perbaikan yang telah dilakukan kemudian dilakukan evaluasi selanjutnya ditarik kesimpulan dari hasil tersebut serta memberikan usulan-usulan untuk aktivitas pengiriman material dari *warehouse* ke lantai produksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan analisis aliran material internal dengan *Value Stream Mapping* (VSM), kita harus memahami terlebih dahulu tahapan-tahapan yang dilalui material dari *supplier* hingga sampai ke *customer* secara umum. Pemahaman ini diperlukan untuk menciptakan *lean manufacturing* di perusahaan (Mekong Capital, 2004) Tahapan-tahapan yang dilalui material secara umum digambarkan dalam diagram SIPOC berikut ini (Gambar 1):



Gambar 1. Diagram SIPOC PT XYZ.

*Current State* VSM dibuat dengan menentukan terlebih dahulu produk yang ditelusuri, berdasarkan kesamaan proses produksi. Karena seragamnya proses yang dilalui masing-masing *brand* pada PT XYZ, produk yang dijadikan sebagai *model line* untuk pemetaan dan perbaikan adalah *brand* dengan tingkat penjualan tertinggi, yaitu *brand X*. Observasi dilakukan mulai dari aktivitas *loading* material hingga aktivitas *unloading* produk jadi ke truk. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan untuk melengkapi data transportasi material, *inventory level*, *cycle time*, *loading-unloading material*, serta data-data yang diperlukan dalam *process box*. Tujuan dari pemetaan adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan sepanjang value stream dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan (Rother and Shook, 2003). Hasil dair VSM dapat dijadikan titik balik optimal bagi perusahaan yang ingin menjadi *lean*.

## Average Inventory Level

Pendataan *average inventory level* dilakukan dengan memetakan persediaan *Direct Input Material* (DIM) di lantai produksi. Persediaan yang dicatat berdasarkan pengamatan kemudian dikonversikan ke dalam *average inventory level* dalam *shift*, dalam artian tingkat persediaan tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan berapa *shift*. DIM yang digunakan dalam proses produksi dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *fast moving* dan *slow moving*. Klasifikasi tersebut dijelaskan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1  
Klasifikasi Material (Sumber: pengumpulan data, 2011)

Proses	Material	Klasifikasi
<i>Cigarette Making</i>	<i>Cigarette Paper</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Tipping Paper</i>	<i>Fast Moving</i>
<i>Cigarette Packing</i>	<i>Alufoil</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Inner Frame</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Film Pack</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Film Slof</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Blank</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Tear Tape Pack</i>	<i>Slow Moving</i>
	<i>Tear Tape Slof</i>	<i>Slow Moving</i>
	<i>Blank Label</i>	<i>Slow Moving</i>
	<i>Ribbon</i>	<i>Slow Moving</i>
<i>Case Packing</i>	<i>Shipping Case</i>	<i>Fast Moving</i>
	<i>Case Sealing Tape</i>	<i>Slow Moving</i>

Material *slow moving* adalah material dengan tingkat konsumsi di bawah 1 buah/*shift*, dan rendah nilainya sehingga tidak menjadi prioritas dalam penelitian ini

Kolom *rank* menampilkan urutan peringkat *average inventory level* (Tabel 2) dalam *shift*, mulai dari yang tertinggi. Berdasarkan harga dan tingkat konsumsinya, material yang diklasifikasikan sebagai material utama oleh PT XYZ adalah *plug wrap* dan *acetate tow* (*filter making*); *cigarette paper* dan *tipping paper* (proses *cigarette making*); *alufoil*, *inner frame*, *film pack*, *film slof*, dan *blank* (proses *cigarette packing*); dan *shipping case* (proses *case packing*). Maka, data yang akan digunakan dalam perhitungan *process lead time* adalah material dengan *shift of supply* tertinggi di antara material-material tersebut untuk tiap-tiap prosesnya.

Tabel 2  
Rekapitulasi Hasil Perhitungan Average Inventory Level (dalam shift)

Material	Link-Up			Average Inventory Level	Rank
Plug Wrap	KDF 3			0,627	12
Acetate Tow	KDF 3			0,461	15
Filter	Staging Filter			0,627	-
Cigarette	Staging Maker			0,746	-
	1.1	3.3	4.4		
Cigarette Paper	0,278	0,827	0,467	0,606	13
Tipping Paper	0,506	0,784	1,003	0,913	11
Alufoil	0,497	1,196	0,728	0,933	10
Inner Frame	1,125	1,815	0,579	1,346	7
Blank	0,810	1,286	0,984	1,203	8
Film Pack	1,014	1,717	1,068	1,475	6
TT Pack	2,083	5,000	2,083	3,667	5
Film Slof	0,909	1,296	0,583	1,100	9
TT Slof	5,000	2,500	3,000	3,750	4
Blank Label	2,778	3,500	3,452	3,889	3
Ribbon	7,381	4,792	7,222	8,059	2
Case Sealing Tape	0	2,500	15,000	10,500	1
Shipping Case	0,378	0,693	0,411	0,574	14

## Transportasi

### Uji Keseragaman Data dan Kecukupan Data

Uji ini dilakukan pada data transportasi, *loading* dan *unloading* yang telah dikumpulkan. Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan uji keseragaman data pada data tiap-tiap aktivitas (Tabel 3):

Tabel 3  
Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi

No.	Aktivitas	Hasil
1	Unload material Ke WH	Seragam
2	Transportasi dari WH ke <i>buffer</i> material	Seragam
3	Transportasi dari <i>Filter Maker</i> ke <i>buffer</i> Filter	Seragam
4	Transportasi dari <i>buffer</i> filter ke <i>Filter Shooter</i>	Seragam
5	Transportasi dari <i>Cigarette Maker</i> ke <i>Cigarette Packer</i>	Seragam
6	Transportasi dari <i>Cigarette Packer</i> ke <i>Case Packer</i>	Seragam
7	Transportasi dari <i>Case Packer</i> ke <i>conveyor</i>	Seragam
8	<i>Palletizing</i>	Seragam
9	Transportasi dari <i>Palletizing</i> ke <i>finished goods</i> WH (FG WH)	Seragam

10	Transportasi dari FG WH ke truk	Seragam
11	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke KDF 3	Seragam
12	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke <i>Cigarette Maker</i>	Seragam
13	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke <i>Case Packer</i>	Seragam
14	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke <i>Case Packer</i>	Seragam

Sebelum data diolah lebih lanjut, diperlukan uji kecukupan data. Pengujian ini menggunakan tingkat ketelitian sebesar 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95 %. Berikut adalah rekapitulasi uji kecukupan data waktu transportasi (Tabel 4).

Tabel 4  
Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

No.	Aktivitas	Hasil
1	<i>Unload</i> Material Ke WH	Data cukup
2	Transportasi dari WH ke <i>Buffer</i>	Data cukup
3	Transportasi dari <i>Filter Maker</i> ke <i>buffer</i> Filter	Data cukup
4	Transportasi dari <i>buffer</i> Filter ke <i>Filter Shooter</i>	Data cukup
5	Transportasi dari <i>Cigarette Maker</i> ke <i>Cigarette Packer</i>	Data cukup
6	Transportasi dari <i>Cigarette Packer</i> ke <i>Case Packer</i>	Data cukup
7	Transportasi dari <i>Case Packer</i> ke <i>conveyor</i>	Data cukup
8	<i>Palletizing</i>	Data cukup
9	Transportasi dari <i>Palletizing</i> ke WH (Finish Good)	Data cukup
10	transportasi dari WH ke truck (Finish good)	Data cukup
11	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke KDF 3	Data cukup
12	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke <i>Cigarette Maker</i>	Data cukup
13	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke <i>Case Packer</i>	Data cukup
14	Transportasi dari <i>buffer</i> material ke <i>Case Packer</i>	Data cukup

Berdasarkan uji kecukupan data yang dilakukan, semua data menunjukkan bahwa  $N < N'$ , sehingga data dapat dikategorikan cukup.

## Process Box

Untuk *process box*, data yang dikumpulkan adalah data jumlah operator, *cycle time* dan *uptime*.

### Jumlah Operator

Jumlah operator pada setiap proses sepanjang *value stream* sebagai berikut:

<i>Filter Making</i>	= 1 orang
<i>Cigarette Making</i>	= 1 orang/link-up
<i>Cigarette Packing</i>	= 1 orang/link-up
<i>Case Packing</i>	= -
<i>Palettizing</i>	= 1 orang

## Cycle Time (CT)

Data CT untuk produksi satu juta *stick* adalah sebagai berikut (Tabel 5):

Tabel 5  
*Cycle Time untuk 1 Juta Stick (dalam Menit)*

Proses	1.1	3.3	4.4	Cycle Time Brand X
<i>Cigarette Maker</i>	100,00	100,00	142,86	37,04
<i>Cigarette Packer</i>	100,00	100,00	142,86	37,04
<i>Case Packer</i>	0,97105	0,97985	0,6819	37,98
<i>Filter</i>	KDF – 3			42

## Uptime

<i>Filter Making</i>	: 75 %
<i>Cigarette Making</i>	: 66,06 %
<i>Cigarette Packing</i>	: 65,33 %
<i>Case Packing</i>	: 65,33 %

Berikut adalah data *value added and non value added* (Tabel 6):

Tabel 6  
*Data Value Added and Non Value Added*

<i>Value Added</i>	<i>Waktu</i>	
<i>CT Filter Maker</i>	42	menit
<i>CT Cigarette Maker</i>	37,04	menit
<i>CT Cigarette Packer</i>	37,04	menit
<i>CT Case Packer</i>	37,98	menit
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>menit</b>
<i>Non Value Added ( Necessary )</i>	<i>Waktu</i>	
<i>Unloading Material ke WH</i>	1,84	menit
<i>Transportasi dari WH ke buffer</i>	0,75	menit
<i>Transportasi dari Filter Maker ke Staging Filter</i>	4,78	menit
<i>Transportasi dari Staging Filter ke Shooter</i>	4,98	menit
<i>Transportasi dari Maker Ke Packer</i>	21,43	menit
<i>Transportasi dari Packer ke Case Packer</i>	1342,42	menit
<i>Transportasi dari Case Packer Ke conveyor</i>	55,37	menit
<i>Palletizing</i>	10,92	menit
<i>Transportasi dari Palletizing ke warehouse ( FG )</i>	4,83	menit
<i>Transportasi dari warehouse ( FG ) ke truk</i>	6,04	menit
<b>Total</b>	<b>1453,36</b>	<b>menit</b>
<i>Non Value Added ( Not Necessary )</i>	<i>Waktu</i>	



<i>Inventory level Filter</i>	300,96	menit
<i>Inventory level Staging Filter</i>	358,08	menit
<i>Inventory level Maker</i>	438,24	menit
<i>Inventory level staging maker</i>	36,00	menit
<i>Inventory level packer</i>	708,00	menit
<i>Inventory level Packer</i>	275,52	menit
<b>Total</b>	<b>2116,8</b>	<b>menit</b>

## Analisis Value Added dan Non Value Added

Aktivitas *value added* yang teridentifikasi adalah data *CT filter maker*, *CT cigarette maker*, *CT cigarette packer* dan data *CT case packer*. Hasilnya sebesar 154,06 menit.

Sedangkan untuk *non value added*, *waste* yang teridentifikasi adalah *unloading* material dari truk ke *warehouse (WH)*; transportasi dari *WH* ke *buffer*; *inventory level* material *filter maker*; transportasi dari *filter maker* ke *buffer filter*; *inventory level* pada *buffer filter rods*; transportasi dari *buffer filter* ke *filter shooter*; *inventory level* material *cigarette maker*; *inventory level cigarette*; Transportasi dari *cigarette maker* ke *cigarette packer*; *inventory level* material *cigarette packer*; transportasi dari *cigarette packer* ke *case packer*; *inventory level* material *case packer*; transportasi dari *case packer* ke *conveyor*; aktivitas *palletizing*; transportasi dari *palletizing* ke *finished goods WH*; dan transportasi dari *finished goods WH* ke truk.

Nilai *value added ratio* yang didapatkan dari hasil *current state VSM* sebesar 4,1 %. Untuk meningkatkan nilai ini, dilakukan rencana perbaikan guna menurunkan waktu dari kegiatan *non value added*. Selain itu, dilakukan identifikasi *waste* berdasarkan pengamatan proses dari awal hingga akhir. Pengkategorian *waste* yang dijadikan acuan adalah konsep *waste* yang diajukan oleh Toyota (Liker and Meier, 2006).

## Identifikasi Waste

Berikut identifikasi *waste* yang terdapat dalam setiap aktivitas yang dilalui material brand X (Gambar 2).



Gambar 2. Identifikasi waste.

Setelah dilakukan pengamatan, dapat diidentifikasi *waste* yang terdapat dalam setiap aktivitas. *Waste* yang teridentifikasi adalah *excess inventory level waste* dan *motion waste*. *Excess inventory level waste* menunjukkan tingkat persediaan yang berlebihan di lantai produksi. Hal ini dikarenakan oleh sistem pengiriman material oleh *operating support (O/S)* yang masih dilakukan dengan pendekatan *push*. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan pengiriman material yang lebih baik dengan pendekatan *pull*. *Motion waste* terjadi ketika OS melakukan aktivitas pengiriman material ke lantai produksi. Aktivitas yang dilakukan OS adalah *loading* material, transportasi ke lantai produksi, dan *unloading* material ke *trolley*. Operator mesin akan mengambil material dari *trolley* dan memasukkan material tersebut kedalam mesin. Yang menjadi *motion waste* dalam rangkaian aktivitas tersebut adalah gerakan *unloading* material yang dilakukan. Gerakan ini diidentifikasi sebagai *waste*, karena sebenarnya ketika gerakan itu dilakukan selain dari sisi waktu akan menjadi lebih lama juga akan mengakibatkan terjadinya *double handling* antara OS dengan operator mesin.

Pada *current state map*, diperoleh hasil bahwa *non-value added inventory* sebesar 2116,8 menit. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat dianalisis bahwa aktivitas *non-value added* yang ada saat ini sebagian besar dipengaruhi persediaan material yang menumpuk di lantai produksi. Maka, akan disusun rencana perbaikan terhadap aktivitas pengiriman material dari *warehouse* dengan pendekatan konsep *pull*. Sesuai dengan karakteristik sistem *traceability* dan *pull* secara elektronik yang akan diimplementasikan, maka akan ditentukan komposisi material pada setiap pengiriman *Pallet*. Untuk pemesanan material oleh operator mesin ke O/S, perlu dilakukan penghitungan *reorder point*. Sedangkan untuk mengatasi *waste motion*, akan dilakukan penggantian *trolley* dengan *pallet*. Rencana ini bertujuan mengeliminasi gerakan *unloading* material yang dilakukan, sehingga O/S hanya perlu melakukan kegiatan *loading* material dan transportasi ke lantai produksi. Setelah dilakukan pemetaan terhadap *current state* dan *future state* VSM, dapat dibandingkan hasil yang diproyeksikan dari rencana perbaikan yang dilakukan. Dari *current state* VSM, diperoleh hasil *process lead time* sebesar 3724,22 menit dan *process cycle efficiency* sebesar 4.1 %, setelah dilakukan rencana perbaikan hasil dari *process lead time* berkurang menjadi 3007,10 dan *process cycle efficiency* meningkat menjadi 5.1 % .

## Lead Time Pengiriman Material ke Lantai Produksi

Data *lead time* berikut adalah waktu yang diperlukan oleh *Operating Support (OS)* untuk *loading* material ke *pallet* dan transportasi dari DIM *buffer* ke lantai produksi (Tabel 7).

Tabel 7  
*Lead time loading material ke pallet*

No Pallet	Lead Time (dlm detik)
1	176,938
2	477,648
3	80,83
4	76,480
5	174,336
6	477,264
7	80,299
8	60,992
9	140,153
10	362,202
11	74,599
12	67,908
13	164,510
14	475,492
15	78,527
16	68,460

17	106,140
18	140,196
19	396,208
20	78,527

## Safety Stock dan Reorder Point (ROP)

Perhitungan *safety stock* dilakukan dengan metode perbedaan antara konsumsi maksimum (konsumsi material untuk *uptime* 100%), dengan konsumsi rata-rata (konsumsi material untuk *uptime* 70%) berdasarkan BOM. Berdasarkan hasil perhitungan, didapat bahwa reorder point untuk material berbentuk roll tidak berupa bilangan bulat. Maka, nilai ini harus dibulatkan dengan mempertimbangkan faktor *best practice*. Sedangkan *reorder point* material *blank*, yang berupa *bundle* lembaran kertas tipis (500 *piece* per *bundle*) harus disesuaikan ke kelipatan 500 di atasnya. Demikian pula *shipping case*, yang berupa *bundle* 10 pc harus disesuaikan ke kelipatan 10 di atasnya. Hasil perhitungan reorder point cigarette paper link-up 1.1 adalah sebesar 0,32 unit (Tabel 8).

## Simulasi Pengiriman Material

Berdasarkan perhitungan *reorder point* serta komposisi material pada *pallet* yang akan diusulkan, dilakukan simulasi order dan pengiriman material (Tabel 9) berdasarkan *uptime* mesin selama 30 *shift* pada tanggal 1-10 Mei. Untuk simulasi ini, kita perlu mempertimbangkan pula pengiriman material untuk produksi *brand* lain sesuai tanggung jawab OS. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah OS dapat memenuhi semua order tepat waktu. Berdasarkan simulasi yang dilakukan, diperoleh data keterlambatan maksimum yang terjadi dalam memenuhi suatu pesanan *pallet* yaitu selama 8,29 menit. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian terhadap *safety stock* dan reorder point yang telah dihitung sebelumnya untuk mengantisipasi keterlambatan. Penyesuaian ini diperlukan untuk mencegah terjadinya *stock-out* akibat keterlambatan pengiriman material.

Tabel 8  
*Safety Stock di Link-Up 1.1*

Material	UoM	Rata - rata	Maks	Lead time (shift)	Safety Stock	Reorder Point	Reorder Point (visual)
<i>Cigarette Paper</i>	<i>roll</i>	36,20	51,71	0,0061	0,10	0,32	1
<i>Tipping Paper</i>	<i>roll</i>	13,10	18,72	0,0061	0,03	0,11	1
<i>Alufoil</i>	<i>roll</i>	24,83	35,47	0,0166	0,18	0,59	1
<i>Inner Frame</i>	<i>roll</i>	8,20	11,71	0,0166	0,06	0,19	1
<i>Film Pack</i>	<i>roll</i>	9,46	13,51	0,0166	0,07	0,22	1
<i>Film Slof</i>	<i>roll</i>	2,44	3,48	0,0166	0,02	0,06	1
<i>Blank</i>	ribu <i>pc</i>	169,18	241,68	0,0028	0,20	0,68	1
<i>Shipping Case</i>	<i>pc</i>	337,01	481,44	0,0027	0,38	1,28	2

Tabel 9  
*Hasil Simulasi Pengiriman Material*

Waktu Order	<i>Pallet</i>	Lead time	Terkirim	Selesai	Status	Keterlambatan
0.12	11	1,24	1,36	2,41		
8.30	20	1,14	9,44	10,49	Terlayani	0,00

59.65	17	2,34	61,98	63,03	Terlayani	0,00
112.49	12	1,13	113,62	114,67	Terlayani	0,00
120.48	15	1,31	121,79	122,84	Terlayani	0,00
133.54	16	1,14	134,68	135,73	Terlayani	0,00
139.21	18	6,60	145,81	146,86	Terlayani	0,00
175.94	4	1,27	177,21	178,26	Terlayani	0,00
211.10	14	7,26	218,37	219,42	Terlayani	0,00
220.51	10	6,04	226,55	227,60	Terlayani	0,00
253.86	9	2,34	256,19	257,24	Terlayani	0,00
339.98	20	1,14	341,12	342,17	Terlayani	0,00
344.22	16	1,14	345,37	346,42	Terlayani	0,00
346.72	3	1,34	348,06	349,11	Terlayani	0,00
357.62	13	2,74	360,37	361,42	Terlayani	0,00
357.91	12	1,13	362,55	363,60	Terlambat	3,51
358.00	4	1,27	364,87	365,92	Terlambat	5,60
425.03	2	7,96	432,99	434,04	Terlayani	0,00
425.75	5	2,91	436,95	438,00	Terlambat	8,29
430.67	19	1,31	439,30	440,35	Terlambat	7,33
440.27	1	2,95	443,30	444,35	Terlambat	0,09

## Analisis Future State VSM

Pada pemetaan *future state* VSM, digambarkan bahwa adanya penurunan nilai *inventory level* pada proses *cigarette maker* dari 0,913 *shift* menjadi 0,542 *shift*, *cigarette packer* dari 1,475 *shift* menjadi 0,691 *shift*, dan *case packer* dari 0,574 *shift* menjadi 0,235 *shift*. Penurunan nilai *inventory level* ini mengakibatkan nilai *non value added* pun menjadi lebih kecil, sehingga akan menaikkan nilai *process cycle efficiency*.

## Analisis Perbandingan Current State dengan Future State

Setelah dilakukan pemetaan terhadap *current state* dan *future state* VSM, kita dapat membandingkan hasil yang diproyeksikan dari rencana perbaikan yang dilakukan. Dari *current state* VSM, diperoleh hasil *process lead time* sebesar 3724,22 menit dan *process cycle efficiency* sebesar 4.1 %, setelah dilakukan rencana perbaikan hasil dari *process lead time* berkurang menjadi 3007,10 dan *process cycle efficiency* meningkat menjadi 5.1 % .

## PENUTUP

Berdasarkan penelitian, dapat diidentifikasi aktivitas *value added* dan *non value added* di sepanjang *value stream* brand X. *Waste* yang teridentifikasi adalah *excessive inventory* dan *motion*. Nilai PCE yang diperoleh pada VSM *current state* sebesar 4,1 %. Untuk itu, disusun rencana perbaikan dalam pengiriman material dengan menggunakan pendekatan *pull*. Perbaikan yang diproyeksikan pada VSM *future state* sebesar 5,1 %. Perbaikan dilakukan melalui penyesuaian *safety stock* dan penentuan *reorder point* untuk setiap material yang diperlukan pada brand X untuk menghindari keterlambatan pengiriman. Selain itu, untuk mengurangi penumpukan material di lantai produksi, dilakukan pendekatan *pull* dalam pengiriman material dari *buffer area* ke lantai produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (1999). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Barnes, R. M. (2009). *Motion and Time Study and Measurement of Work*. India: Wiley.
- Bowersox, Donald J., Closs, David J. (1996). *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process* (1st Edition ed.). New York: McGraw Hill.
- Chen, Kuriger, Glenn W., & Frank, F. (2010). Lean and Green: A Current State View. *IIE Journal*.
- Heizer, Jay H., Render, Barry (2007). *Operation Management: Student Lecture Guide*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Liker, J. K & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York: McGraw-Hill.
- Mekong Capital. (2004). *Introduction to Lean Manufacturing*. Diakses dari [http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.lean6sigma.vn%2FDownload-document%2F2-Lean-Manufacturing.html&ei=QM1\\_T9GtN8vRrQeT7LD6BQ&usg=AFQjCNEmioHEXRrzwTeVHi8oYHwXr-NsOA&sig2=9S6uTiUQUXpg9dlBIG\\_SMg](http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.lean6sigma.vn%2FDownload-document%2F2-Lean-Manufacturing.html&ei=QM1_T9GtN8vRrQeT7LD6BQ&usg=AFQjCNEmioHEXRrzwTeVHi8oYHwXr-NsOA&sig2=9S6uTiUQUXpg9dlBIG_SMg).
- Prabhu, B Vittaldas, et al. (2008). Value stream mapping of truck operations: a case study. *South Asian Journal of Management*, 15 (2).
- Rother, M dan Shook, J. (2003). *Learning to See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute.