

Implementasi Lean Manufacturing Car Body Studi Kasus di PT Inka (Persero)

Raden Denny Herwindo, Udisubakti Ciptomulyono, M. Yusak Anshori
MMT – ITS, Magister Manajemen
Teknologi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
e-mail: denny.herwindo@gmail.com

Abstract: Means of rail transport in developing countries became major commodities integrated transportation solutions, rail transport is efficient for the number of mass transit. It opens the market potential procurement of railway facilities by PT INKA, both in the domestic market or abroad. As a make to order-based manufacturing started in 2008 with a lot of project exports to developing countries, such as Bangladesh, Malaysia and Singapore. PT INKA export market opportunities potentially enough ahead to 2020, but delays in delivery schedule of the train is the main problem is always the case in recent years. Methods of lean manufacturing focuses on identifying and eliminating activities that do not have added value, the first step was the elaboration of a method VSM (value stream mapping) as tools to determine mapping the entire process of production, then weighted 7 waste via a questionnaire and the results of the ranking of waste are translated through the method of RCA (root cause analysis) and then do an analysis matrix mapping tools with value stream analysis tools (VALSAT) and there is a value added value ratio of 60.17% of the 84 activities of production and the total cycle time 29,905 minutes. As a tool to mitigate the improvement of waste carried out the translation of failure mode and effect analysis (FMEA) and of design improvements value stream mapping - future state map can raise the value added ratio to 67.16% consists of 74 processes and production activities 26 795 minutes total cycle time. So this research can increase the productivity and know the activities that do not add value (Non Value Added) in line car body processes and eliminating waste (Waste) as one of the causes of train delays in delivery.

Keywords: Lean manufacturing, VSM, RCA, root cause analysis, value stream mapping, waste, VALSAT, FMEA, PT INKA

PENDAHULUAN

Sarana transportasi kereta api di negara berkembang dan beberapa negara telah menjadi komoditas utama solusi transportasi terpadu, Kereta api merupakan angkutan yang efisien untuk jumlah penumpang yang tinggi sehingga sangat cocok untuk angkutan massal kereta api perkotaan pada koridor yang padat, beberapa negara berusaha memanfaatkannya secara maksimal sebagai alat transportasi utama angkutan darat baik di dalam kota, antarkota, maupun antarnegara, hal tersebut membuka potensi pasar terhadap banyaknya pengadaan sarana kereta api, baik di pasar dalam negeri ataupun luar

negeri. Dari segi persaingan bisnis pengadaan proyek kereta api dari beberapa negara sangatlah ketat, baik dari segi kualitas produk yang dihasilkan dan ketepatan jadwal waktu pengiriman.

PT INKA adalah perusahaan pembuatan kereta api di Indonesia, yang bergerak di bidang manufaktur, didominasi pekerjaan seperti: fabrikasi, desain, *engineering*, konsultan dan *assembly*. 70% *lead time* kegiatan dipusatkan pada *work in process* pada fabrikasi dan *assy*. Selain didominasi permintaan proyek dari pemerintah, seperti: PT KAI dan Dephub (Departemen Perhubungan), pada tahun 2008 mulai banyak pengerjaan proyek kereta untuk pasar ekspor ke

negara berkembang, seperti: Bangladesh, Malaysia dan Singapura. Peluang pasar ekspor dari negara berkembang cukup berpotensi hingga 2020.

Permasalahan dari internal PT INKA yaitu kesenjangan alih teknologi, kualifikasi potensi SDM dan kapasitas produksi harus ditingkatkan guna menjawab potensi pasar yang besar. Namun sebaliknya, data internal divisi PPC (*Product planning and control*) menunjukkan sebagian besar proyek mengalami keterlambatan dalam *delivery* produknya. Beberapa data interval progres proyek PT INKA yang mengalami keterlambatan dalam *delivery* proyek.

Pekerjaan proyek kereta TMC – 1 Unit car

BULAN	RENCANA PRODUKSI	REALISASI
SEPT '15	8,48%	9,37%
OKT '15	20,86%	21,39%
NOV '15	58,02%	55,29%
DES '15	100%	89,03%

Pekerjaan Kereta Bangladesh type BG – 50 Unit

BULAN	RENCANA PRODUKSI	REALISASI
DES '15	52,05%	21,38%
JAN '16	65,10%	22,78%
FEB '16	76,46%	27,87%
MAR '16	81,83%	29,33%

Dalam hal peningkatan daya saing industri harus meningkatkan produktivitas dan menurunkan *lead time* produksi agar memenuhi keinginan customer tepat waktu (Ratnaningtyas, 2009). Dalam meningkatkan produktivitas perusahaan hendaknya mengetahui aktivitas atau kegiatan yang dapat meningkatkan nilai tambah (*value added*) dan menghilangkan pemborosan (*waste*), hal tersebut maka memakai pendekatan metode *lean*, berfokus pada identifikasi dan mengeliminasi kegiatan yang dianggap tidak memiliki nilai

tambah (*non-value adding activities*), baik dalam desain, produksi, supply chain, atau operasional yang terkait langsung dengan pelanggan (Gaspersz, 2007).

Lean merupakan pendekatan sistemik yang menghilangkan pemborosan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) baik hingga output yang didasarkan pada premis bahwa di mana pun pekerjaan dilakukan selalu ada pemborosan.

Sebagai perusahaan berbasis manufaktur MTO (*make to order*), dimulainya aktivitas proses produksi berdasarkan order konsumen, selain itu beragamnya jenis produk kereta api juga merupakan salah satu pemicu potensi pemborosan yang relatif tinggi. *Lean manufacturing* sebagai suatu filosofi berlandaskan pada konsep untuk meminimalisasi pemborosan (*waste*) yang dianggap dapat mengatasi permasalahan dalam penumpukan barang setengah jadi di antara stasiun kerja dan produk cacat untuk meningkatkan kapasitas produksi. Digunakan pendekatan *lean manufacturing* guna meminimalisasi waktu proses produksi yang panjang dengan cara mengurangi pemborosan (*waste*). Adanya keterlambatan *due date* ini disebabkan adanya beberapa kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau yang biasa disebut dengan *waste* (pemborosan). Di antaranya, keterlambatan kedatangan material dari *supplier* di mana akan memengaruhi waktu proses dari jadwal induk yang telah direncanakan. Hal ini menyebabkan, keterlambatan waktu dimulainya proses produksi, keterlambatan pengadaan bahan *consumable* menyebabkan proses produksi (fabrikasi) dan *finishing* terhenti, menunggu bahan *consumable*. Hal ini menyebabkan proses menunggu dalam fabrikasi, adanya proses pengerjaan ulang akibat dari ketidaksesuaian ukuran ataupun ketepatan *fit-up* hal ini akan memengaruhi terjadinya

penambahan waktu proses akibat adanya pengulangan proses kerja. Banyaknya bagian produk yang menunggu untuk proses berikutnya (Abdul Wahid Nuruddin, et al., 2013). Permasalahan yang dihadapi oleh PT INKA adalah tidak tercapainya target produksi sehingga pengiriman pesanan kepada konsumen sering terlambat. Hal tersebut disebabkan waktu produksi yang panjang serta banyaknya pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi.

KAJIAN PUSTAKA

Lean Manufacturing

Lean membantu dalam penghematan, karena *lean* menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan pertambahan nilai. General Motors (GM), yang sedang menghadapi ancaman kebangkrutan dan berusaha memperoleh *bailout* dari pemerintah sebenarnya merupakan salah satu perusahaan yang menerapkan *Lean*, namun sepertinya GM belum cukup efektif jika dibandingkan dengan pesaing utamanya asal Jepang, yakni Toyota (Nurhayati, 2011).

Lean manufacturing adalah suatu filosofi manufaktur yang memperpendek waktu antara pesanan pelanggan dan pengiriman barang dengan menghilangkan sumber *waste*. Dengan menghilangkan *waste*, maka waktu akan semakin pendek (Liker, 2006). Menurut Gasperz (2007) mendefinisikan *lean* sebagai suatu filosofi bisnis berlandaskan pada minimalisasi penggunaan sumber-sumber daya termasuk waktu dalam berbagai aktivitas perusahaan. *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) dalam desain, produksi (untuk manufaktur) atau operasional (untuk bidang jasa) dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan. Di mana *lean make to order* ini

lebih terfokus pada basis proses, *uptime* mesin, *quick changeover*, dan respons yang cepat untuk memenuhi *due date* yang telah ditetapkan sebagai *value* pelanggan (Nuruddin et al., 2013). *Lean manufacturing* merupakan strategi operasi dalam sistem produksi yang menitikberatkan pada usaha untuk meminimalkan *waste* pada aktivitas produksi baik secara internal perusahaan maupun pada rantai kegiatan terkait tujuan utama mendapatkan biaya produksi rendah, meningkatkan *output* dan *lead time* lebih pendek untuk kepuasan pelanggan dan meningkatkan produktivitas berarti merampingkan proses produksi, di mana *lean* sendiri mempunyai arti sebagai perampingan (Ratnaningtyas, 2009).

Menurut Chang et al. (2008) konsep *lean manufacturing* erat keterkaitan dengan konsep *lean production*, bermula dari analisis praktik Toyota Production System (TPS) untuk pertama kalinya. *Lean production* pada dasarnya adalah cara manajerial organisasi perusahaan dalam mengadopsi *pull management* melalui manajemen rekayasa sehingga dapat secara efektif mengalokasikan sumber daya yang langka dan mengoptimalkan organisasi dan mencapai tujuan pengurangan biaya, peningkatan pendapatan, peningkatan nilai pelanggan, dan perusahaan. Sebagai jenis inovasi manajemen modern, *lean production* sangat sesuai jika diterapkan pada bidang industri manufaktur.

Seperti yang dikemukakan (Gaspersz, 2007 dan Linker, 2005). Konsep dari *the Toyota way* terdapat tujuh tipe *waste* dalam suatu proses sebagai berikut.

1. *Waiting*

Waiting terjadi ketika ada barang yang sedang tidak bergerak/diproses. Banyak sekali *lead time* produk yang habis ketika menunggu untuk operasi selanjutnya, hal ini biasanya dikarenakan *material flow* yang buruk,

produksi yang terlalu lama, dan jarak antara *work center* terlalu besar.

2. *Transportasi* atau *Transfer*

Transportasi produk antara proses menimbulkan biaya namun, pergerakan yang berlebihan dapat menimbulkan kerusakan dan bisa mencederai kualitas.

3. *Overproduction*

Overproduction adalah membuat suatu item yang belum tentu dibutuhkan.

4. *Motion*

Waste ini terkait dengan ergonomis dan gerakan-gerakan yang berlebihan dan sebenarnya kurang penting juga termasuk kategori *waste*.

5. *Overprocessing*

Banyak perusahaan yang menggunakan peralatan canggih, namun yang sederhana pun sudah cukup. Mengakibatkan *layout* pabrik yang buruk.

6. *Inventory*

Inventory merupakan akibat langsung dari *overproduction* dan *waiting*.

7. *Defects*

Cacat dalam hal kualitas menghasilkan *re-work* dan *scrap* yang merupakan biaya yang luar biasa untuk perusahaan.

Menurut Ririyani (2015) dalam dunia industri banyak persaingan yang terjadi untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Persaingan tersebut meliputi produk, proses produksi, maupun kinerja dari industri. Produk yang dimaksud adalah hasil dari produksi di mana ada atau tidaknya cacat. Untuk proses produksi dapat dilihat dari peralatan yang digunakan, *waste* yang dihasilkan, serta waktu tunggu antar proses. Kinerja industri dilihat dari jam kerja, kedisiplinan pekerja, serta keahlian pekerja.

Menurut Hines (2002), dalam konteks manufaktur, aplikasi konsep *lean* cenderung untuk

memproduksi barang yang dibutuhkan oleh konsumen, kapan saatnya diperlukan dan dalam jumlah yang sesuai dengan *order*. Dalam penerapan *lean manufacturing* harus dibuat korelasi langsung antara visi kondisi kerja dengan *tool* pendukung (Zélio, 2015).

VSM (*Value Stream Mapping*)

Menurut penelitian Rahani (2013) VSM adalah salah satu *tool* di mana digunakan untuk mengidentifikasi peluang untuk berbagai teknik *lean*. Metode VSM disebut sebagai salah satu metode yang menerapkan suatu gambaran visualisasi yang paling efisien dalam menggambarkan keadaan suatu sistem saat ini, dan mampu mengidentifikasi visi jangka panjang dan mampu mengembangkan rencana perusahaan untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan (Marksberry, 2011). *Value stream mapping* adalah sebuah metode visual untuk memetakan jalur produksi yang di dalamnya termasuk material dan informasi dari masing-masing stasiun kerja (Firman-syah, 2015).

Value stream mapping adalah *tool* yang efektif pada *lean manufacturing*, mencakup seluruh aliran proses dalam metode tiga langkah (Rahani, 2012).

1. Mengolah diagram yang menunjukkan keadaan *current map* mengenai informasi tentang proses yang sebenarnya telah beroperasi.
2. *Future map* untuk mengidentifikasi akar penyebab limbah dan melalui perbaikan proses yang bisa memberikan dampak besar dalam proses.
3. Perbaikan ini kemudian dilakukan implementasi rencana sebagai bagian dan rincian parsial dan tindakan yang diperlukan untuk tujuan proses *kaizen*.

Menurut Hynes (2000), sebelum memulai pemetaan secara rinci dari setiap proses hal ini berguna untuk mengembangkan gambaran dari fitur kunci dari yang seluruh proses. Ini akan:

1. membantu memvisualisasikan alur proses
2. membantu di mana terjadi *waste*
3. mengetahui prinsip-prinsip *lean thinking*
4. membantu memutuskan siapa yang harus di tim implementasi
5. mengetahui hubungan antara arus informasi dan arus fisik
6. menciptakan tim senior melakukan pemetaan *big picture mapping*

VALSAT (*Value Stream Mapping Analysis Tool*)

Menurut Goldie (2012), VALSAT dapat memetakan situasi dan kondisi yang terjadi pada pelaksanaan proyek mulai dari perencanaan proyek dari pengadaan hingga barang siap dikirim untuk pemesan. Tujuan lainnya untuk mengevaluasi VALSAT pada proyek dengan tipe *job order* karena umumnya digunakan untuk mengidentifikasi *waste product series*. Menurut Intifada (2012) merupakan alat yang dapat digunakan untuk meminimalisasi *waste* (pemborosan)

dalam proses produksi dan menganalisis *waste* yang paling banyak terjadi serta memberikan rekomendasi perbaikan.

Dalam VALSAT ini terdapat tujuh *tool* yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis pemborosan-pemborosan tersebut. *Value stream mapping* dengan total skor terbesar menurut hasil VALSAT akan dijadikan *mapping* terpilih untuk dapat mengidentifikasi *waste* secara detail. Pemilihan ini didasarkan bahwa *value stream mapping* dengan nilai terbesar tersebut paling sesuai untuk mengidentifikasi *waste* pada *value stream* (Goldie, 2012).

Menurut Moses (2008) VALSAT merupakan *tools* yang tepat untuk memetakan secara detail *waste* pada aliran nilai yang fokus pada *value adding process*. Terdapat tujuh detail *mapping tools* yang mempunyai manfaat untuk memetakan *waste*. Masing-masing *tools* mempunyai bobot *low*, *medium*, dan *high* sekaligus menunjukkan skor yang dapat mengindikasikan sedikit atau besarnya pengaruh pemborosan pada *mapping* yang dipilih, kemudian dari pembobotan tersebut dilakukan untuk mengetahui korelasi antara tujuh *waste* pengaruhnya terhadap tujuh detail *mapping tools*.

Waste	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Product Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Transport	H						L
Innapropriate Process	H		M	L		L	
Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defect	L			H			

Catatan :

- H (High Correlation and Usefulness) → Faktor pengali = 9
- M (Medium Correlation and Usefulness) → Faktor pengali = 3
- L (Low Correlation and Usefulness) → Faktor pengali = 1

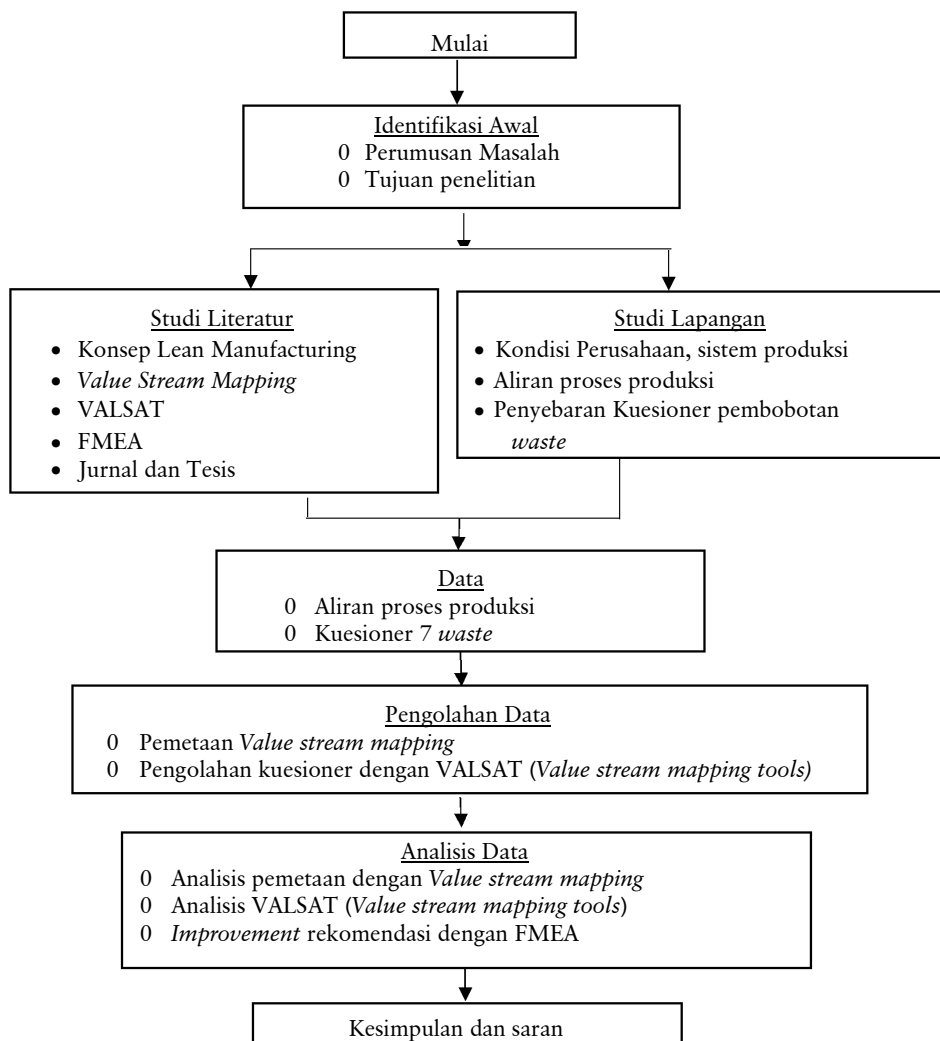
FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai *failure modes and effect analysis*, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa.

Analisis, dokumentasi, dan memperbaiki FMEA merupakan dokumen yang harus dianalisis dan diurus secara terus-menerus. FMEA tidak dapat menyelesaikan masalah sehingga harus dikombinasikan dengan metode-metode '*problem solving*'. FMEA memberi gambaran tentang tingkat risiko suatu kegagalan. *Problem solving: brainstorming, fishbone diagram, design of experiment, etc.*

Metode Penelitian

Dalam penelitian diperlukan metode yang terstruktur, yang di dalamnya terdapat langkah-langkah dan aturan-aturan tertentu untuk mendapatkan suatu hasil penelitian secara benar.



PEMBAHASAN

Analisis Value Stream Mapping – Current State Map

Value stream mapping adalah *tool* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat pada perusahaan, sehingga diketahui aliran informasi dan fisik pada sistem, *lead-time* yang dibutuhkan dari masing-masing proses yang terjadi. Total *process cycle time* untuk produksi kereta mencapai 29.905 menit (498,5 jam), upaya mereduksi *total process cycle time* ini menjadi perhatian utama penelitian ini. Selain mengetahui proses juga mengetahui potensi *waste* dalam keseluruhan proses.

1. *Waiting* (menunggu) dengan score sebesar 7,8 (22,3%).
2. *Over processing* (proses yang tidak tepat) sebesar 6,3 (18,1%).
3. *Motion* (pergerakan yang tidak perlu) sebesar 5,6 (15,9%).

Skor Rata-Rata Pemborosan (Waste pada Produksi Car Body)

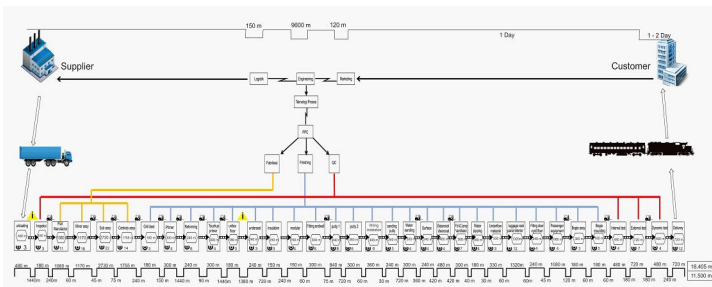
No.	Jenis pemborosan	Score	Persentase	Ranking
1	Overproduction	3.8	10,9%	5
2	Defect	3.7	10,5%	6
3	Inventory	3.6	10,4%	7
4	Over processing	6.3	18,1%	2
5	Transportation	4.2	11,9%	4
6	Waiting	7.8	22,3%	1
7	Motion	5.6	15,9%	3

Root Cause Analysis – Fishbone Diagram

Salah satu *tool* dalam mencari akar penyebab masalah adalah *root cause analysis*, digunakan untuk mengidentifikasi detail semua kemungkinan penyebab permasalahan yang digambarkan melalui unsur: *material*, *man*, *machine*, dan *metode*. Dalam solusi penyelesaian dan masukan dari *fishbone* diagram digali dari *interview* dengan pihak manajerial PT INKA, meliputi: general manager divisi fabrikasi, general manager divisi PPC, dan senior manager divisi *finishing* yang keterkaitannya dengan hal teknis aktivitas faktor keterlambatan proses produksi *car body*. Dari analisis *fishbone* diagram dapat ditarik rekomendasi perbaikan untuk menghilangkan *waste* di workshop produksi, antara lain:

Analisis Identifikasi Seven Waste

Kuesioner pemborosan diberikan kepada pelaku produksi yang terkait dalam produksi *car body* kereta api. Kuesioner diisi oleh kepala divisi, manager, supervisor, dan karyawan pelaksana yang terkait pada produksi *car body* kereta. Dari hasil pembobotan tujuh *waste* dapat diketahui terdapat tiga jenis pemborosan yang paling dominan dan memiliki skor rata-rata paling besar sebagai berikut.



Hasil Penjabaran *Fishbone* Diagram dan Rekomendasi Perbaikan

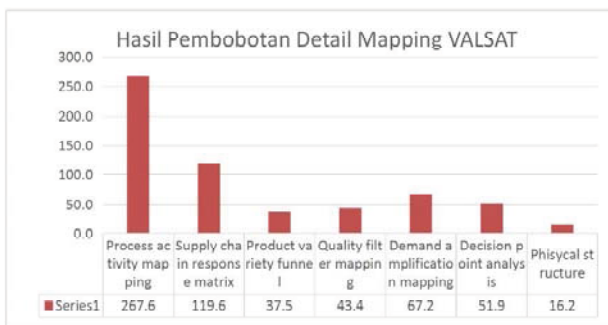
Pemborosan	Poin	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
Menunggu	Material	Keterlambatan kedatangan material	Diperlukan adanya server system dalam penerapan pengadaan
		Memerlukan alat bantu unloading	Inovasi penggunaan rel existing untuk sarana loading-unloading
	Machine	Jumlah mesin terbatas	Invest mesin baru atau Sub kontrak pekerjaan pihak lain
		Menunggu setup mesin	Pembuatan baku cara setup mesin
		Perbaiki mesin rusak	Penggantian komponen utama untuk menjaga kepresisian
	Man	Keterbatasan SDM ahli	Rekrut SDM untuk supervisi
		Kesalahan proses	Perlunya peran aktif supervisi memantau SOP proses
	Method	Perlakuan material	Memberikan informasi cara perlakuan material/ komponen
		Menunggu proses lama	Kedisiplinan waktu baku dalam proses
		Belum ada baku SOP method	Mengacu baku standar internasional, seperti: JIS, EN
Over Process	Material	Salah material	Perlunya trial, perlukan pihak expert mengenai material
	Machine	Kesalahan set up	Perlunya peran supervisi memantau dalam set up
		Usia mesin	Invest mesin baru atau kalibrasi untuk kepresisian
	Man	Tenaga ahli terbatas	Adanya pelatihan atau sertifikasi untuk kompetensi tenaga muda
		Alih teknologi kurang	Perlunya peningkatan kompetensi
	Method	Salah penyimpanan	Penataan inventory sesuai standar kebutuhan material
		Salah proses	Perlunya SOP baku proses
Motion	Material	Proses terlalu banyak movement	Perlu jig membantu mempermudah seting
		Letak antar-proses jauh	Perlunya flow yang memudahkan proses
	Machine	Terlalu lama waktu setup mesin	Perlunya SOP dalam setup
		Tool kurang memadai	Invest mesin baru atau kalibrasi untuk tujuan kepresisian
		Letak antar mesin jauh	Penambahan rel untuk alur proses
	Man	Kurangnya tenaga ahli	Perlu supervisi tenaga <i>expert</i>
		Produktivitas SDM belum maksimal	Perlu pembekalan <i>productivity</i>
	Method	Belum ada SOP baku proses	Pembuatan SOP proses, mengacu standar EN (Eropa), JIS (Jepang)
		Area kerja kurang ergonomi	Perlunya penataan <i>work area</i> agar ergonomi
	Environment	Jarak antar site proses jauh	Penambahan rel untuk alur proses
Banyak aktivitas loading unloading		Perlunya flow yang memudahkan proses	

VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*)

Setelah diketahui pembobotan *waste* yang dominan maka dilakukan pemetaan secara tepat dengan menggunakan VALSAT (*value stream analysis tools*). Metode tersebut menghitung rata-rata skor *waste* dikalikan dengan besarnya pembobotan yang terdapat pada tabel VALSAT diketahui pemetaan PAM (*process activity mapping*) mempunyai total bobot tertinggi dan hasil perhitungan tersebut dapat mengevaluasi pemborosan pada *seven waste* dengan memetakan detail setiap proses produksi PT INKA.

Tabel Hasil Pembobotan Berdasarkan Mapping VALSAT

No.	Detail Mapping Tools	Total Bobot	Rank
1.	Process activity mapping	267,6	1
2.	Supply chain response matrix	119,6	2
3.	Product variety funnel	37,5	6
4.	Quality filter mapping	43,4	5
5.	Demand amplification mapping	67,2	3
6.	Decision point analysis	51,9	4
7.	Physical structure	16,2	7



PAM (*Process Activity Mapping*)

Process Activity Mapping akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi serta waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan waktu operasional. Identifikasi aktivitas terjadi karena *tool* tersebut menggroupkan aktivitas menjadi lima jenis, antara lain:

1. operasi (*operation*)
2. transportasi (*transportation*)
3. inspeksi (*inspection*)
4. penyimpanan (*storage*)
5. *delay* (menunggu)

Data *process activity mapping – current state* didapat melalui pengamatan proses secara langsung dan *record* data waktu di lapangan dan didapat data sebagai berikut.

Pembobotan PAM – *Current State*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase
Operation	30	15.555	52,67
Transportation	15	1.315	4,84
Inspection	13	2.440	8,26
Storage	2	1.920	6,50
Delay	24	8.675	28,12
TOTAL	84	29.905	100%

Hasil Pembobotan Berdasarkan Jenis Aktivitas – *Current Map*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase
VA	43	17.995	60,17
NNVA	17	1.795	6,00
NVA	24	10.115	33,82
TOTAL	84	29.905	100%

Dapat diketahui bahwa proses produksi *car body* kereta memiliki proporsi VA (*value added*) waktu paling banyak yaitu 17.995 menit dan persentase 60,17% dari konsumsi waktu keseluruhan proses, kemudian dari data tersebut diketahui *value added ratio* dengan perbandingan antara *Value added time* dengan total *process cycle time*.

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Tabel Hasil Penjabaran FMEA dan Rekomendasi Perbaikan

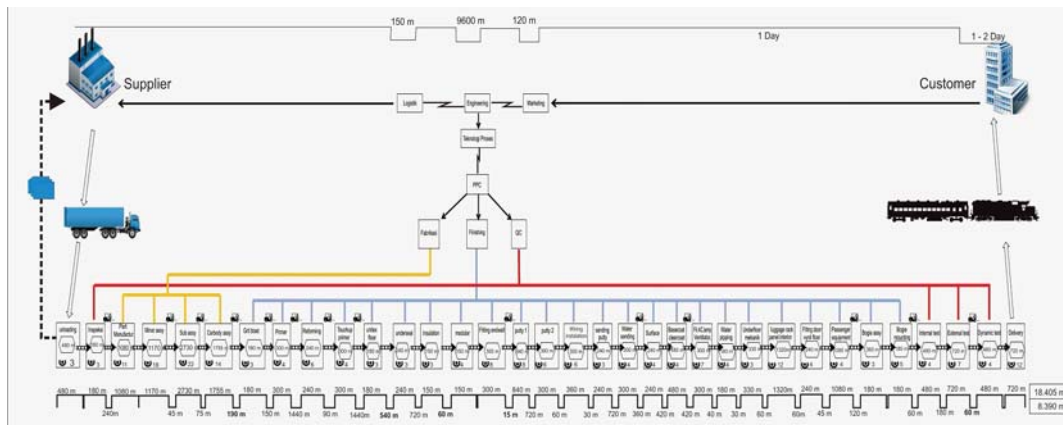
Process Function/ Requirement	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism of Failure	Occur	Current Process Controls (Prevention)	Current Process Controls (Detection)	Detect	RPN	Corrective Action(s)
Sub Assy	9	Usia mesin tua	8	Dilakukan kalibrasi	Pengukuran	5	360	invest mesin baru
	7	Tidak ada SOP baku	8	Mengacu konsep sebelumnya	pengamatan	5	280	dibakukan SOP proses
	8	Rework karena kerusakan	9	Perlu pengawasan ahli	Inspeksi	6	432	adanya SOP setiap proses
Car Body Assy	8	Proses sebelumnya kurang optimal	8	Pendampingan tenaga ahli saat proses	Pengukuran	6	384	QC perlu ditingkatkan
	8	Kesalahan desain	8	Trail atau simulasi awal	Pengukuran	6	384	Perlu metode desain yang baku
	7	Terjadi Waiting Line proses	7	Memprioritaskan proyek	Pengukuran	7	343	Membuat alur yang memudahkan waiting
Interior Equipment	8	Rework karena kerusakan	8	Ada alat bantu	Pengukuran	7	448	Perlunya pendampingan staff ahli
	9	Perlu finish touch	6	Pendampingan tenaga ahli	Inspeksi	7	378	Perlu QC in charge lebih awal tenaga terampil
	8	Salah konsep desain	9	R n D internal perlu dikembangkan	Pengukuran	7	504	Perlunya tenaga ahli konseptor desain

Penjabaran tabel analisis FMEA di atas berdasarkan pendekatan pada *process cycle time* aktivitas dengan *lead time* terbanyak. Didapat dari 3 aktivitas tertinggi VA (*value added*) pada *value stream mapping* antara lain pada *workshop sub-assy* dengan *cycle time* 2.730 menit (45,5 jam), *car body assy* dengan *cycle time* 1.755 menit (29 jam) dan *interior fitting* 1.380 menit (23 jam). Dari aktivitas VA (*value added*) tersebut juga berpotensi terhadap adanya *waste*, sehingga aktivitas proses tersebut dinilai kurang

efektif dan dapat digali potensi kesalahan prosedurnya melalui FMEA.

Perancangan *Value Stream Mapping - Future State Map*

Melalui hasil identifikasi *waste* pada awal kondisi *current map* maka dibutuhkan rancangan *mapping* baru, yaitu mengeliminasi sebagai berikut.



Gambar perancangan Value Stream Mapping – Future State

1. Menghilangkan *inventory* setelah aktivitas *unloading* sebanyak (1440 menit), melalui pendekatan *pull system* diharapkan mampu mengurangi *inventory*, sehingga menciptakan aktivitas proses sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas *workshop*. Pada kegiatan proses tersebut dapat dilakukan kerjasama dengan *supplier* untuk melakukan pengiriman *material* atau komponen sesuai dengan kebutuhan proses saat itu di *workshop*.
2. Menghilangkan waktu menunggu terlalu lama setelah proses pengeringan *unitex floor* agar disesuaikan dengan waktu yang dibutuhkan pengeringan saja yaitu 540 menit, sedangkan waktu yang ada terlalu *over* mencapai 1380 menit, sisanya 840 menit adalah aktivitas tanpa keterangan. Hal tersebut berdasar informasi identifikasi teknis dengan pihak teknologi proses PT INKA.
3. Menghilangkan aktivitas menunggu (*waiting*) yang tidak ada kaitannya dengan aktivitas proses, seperti menunggu *setup*, menunggu proses selanjutnya tanpa keterangan yang jelas. Berdasar bagan *value stream Mapping* terdapat 8 aktivitas tanpa keterangan dengan total waktu 830 menit.

Ketiga aktivitas tersebut selain berpotensi *waste* secara waktu, material dan komponen *car*

body karena tidak segera dilakukan proses selanjutnya, juga berpotensi terjadi kerusakan material yang menyebabkan kerugian perusahaan.

Future state map akan menerapkan *flow process* maksimal dengan mengurangi *inventory* dan *waiting*. Berikut tabel total pembobotan dari hasil *future state mapping* aktivitas PAM (*process activity mapping*) dan tabel total hasil pembobotan berdasar jenis aktivitas. Untuk detail perincian PAM (*process activity mapping*) - *future state map* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel Hasil Pembobotan PAM – Future State Map

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase
Operation	30	15.555	58,05
Transportation	15	1.315	4,84
Inspection	13	2.440	9,11
Storage	1	480	1,79
Delay	15	7.005	26,14
TOTAL	74	26.795	100%

Tabel Hasil Pembobotan Berdasarkan Jenis Aktivitas - Future Map

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase
VA	43	17.995	67,16
NNVA	16	1.795	6,70
NVA	15	7.005	26,14
TOTAL	74	26.795	100%

Maka dari *future state map* didapat *value added ratio* baru setelah menerapkan analisis data terkait *waste* dan dikemukakan melalui perbaikan proses pembuatan *car body* serta pengurangan waktu *process cycle time*.

Analisis Future State Map

1. Perhitungan VALSAT pada *current state map* didapat bahwa nilai VAR (*value added ratio*) sebesar 60,17%, dibandingkan dengan VAR sesudah perbaikan didapat kenaikan sebesar 67,16%, dengan prinsip menghilangkan *waste* terhadap *inventory* dan aktivitas *delay* di mana kedua aktivitas tersebut termasuk dalam kategori *non-value added*. *Inventory* sesudah *unloading* kedatangan material, *delay* pada lini produksi adalah aktivitas tanpa keterangan.
2. Dari perhitungan PAM (*process activity mapping*) didapat waktu dari *current map* adalah 29.905 menit dalam memproduksi *car body* kereta, tereduksi menjadi 26.795 menit di mana pengurangan *waste* sebesar 3.110 menit. Jumlah aktivitas pada PAM (*process activity mapping*) juga tereduksi dari semula 84 menjadi 74 aktivitas produksi. Dalam upaya menghilangkan *waste* dilakukan peningkatan dalam semua proses organisasi tidak hanya dalam lini produksi.
3. Meningkatkan VAR (*value added ratio*) tentunya dapat dilakukan tanpa mengurangi kualitas, perbaikan VAR (*value added ratio*) tersebut membutuhkan kepemimpinan *top management* dan partisipasi karyawan sehingga pencapaian *lean manufacture* proses dapat tercapai.

Implementasi Manajerial

Top management adalah pihak yang memberikan keputusan-keputusan dalam kaitannya

identifikasi permasalahan *waste* di lini produksi *car body* di PT INKA, pada penelitian ini solusi *feedback* didapat dari sisi manajerial meliputi: General Manajer PP (Perencanaan Perusahaan), Senior Manajer Teknologi produksi, dan Senior Manajer Proses Fabrikasi. Berdasar data 3 ranking *waste* tertinggi (*Waiting, Over process, Motion*) dan analisis FMEA di atas dapat teridentifikasi untuk analisis dan rekomendasi perbaikan untuk rujukan *management* dalam menentukan antisipasi terhadap potensi *waste*.

1. Dibakukan prosedur standar di setiap *preparing* prosesnya, terkait dengan usia mesin yang tua sehingga SOP tersebut dibuat sebagai *set up* mesin yang benar.
2. Kaitannya *over processing* adalah hal yang krusial dikarenakan potensi *waste* tersebut berdampak terjadinya *scrap material* dan lamanya waktu pengadaan kembali *raw material*. Untuk menghindari hal tersebut dilakukan antisipasi pengawasan tenaga ahli yang memantau pada awal proses.
3. Perlunya peningkatan kinerja QC sebelum masuk proses *car body assy* sehingga meminimalkan kesalahan yang terlewatkan. Selain itu potensi *failure* pada aktivitas kesalahan desain, dalam hal ini pihak desain perlu bekerjasama dengan pihak lain yang berpengalaman terhadap desain konstruksi *car body*, kemudian simulasi pengujian melalui *software* perlu ditingkatkan referensinya sehingga melalui simulasi yang *valid* desain dilakukan dengan baik dan benar.
4. Aktivitas *interior equipment* yang berpotensi *failure* kesalahan desain, hal tersebut berpotensi *waste* terhadap waktu dan material. Mengingat bahwa PT INKA adalah industri manufaktur yang menerapkan *concept, engineering*, dan *manufacture* dalam satu kesatuan waktu sehingga kegiatan *trial error* dan

kesalahan desain kerap terjadi. Usulan dari *top management* adalah melatih atau melakukan perekrutan tenaga kerja profesional akan bidang interior dan *fitting equipment*.

DAFTAR PUSTAKA

- A.R., Rahani, Al-Ashraf M. 2012. *Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study, International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012)*. Malaysia.
- Elean, A.Y.W, Singgih. M.L. 2015. *Perbaikan Proses Produksi Gula Aren dengan Pendekatan Lean Manufacturing di Pabrik Gula Aren Masarang Tomohon*.
- Firmansyah, F. Singgih, M.L. 2015. *Pendekatan Cost Integrated Value Stream Mapping pada Divisi Kapal Niaga Studi Kasus PT PAL Indonesia*.
- Gaspersz, V. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries: Strategi Dramatik Reduksi Cacat/ Kesalahan, Biaya, Inventori dan Lead Time dalam Waktu Kurang dari 6 Bulan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hines, P. Taylor, D. 2000. *Going Lean, Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School Aberconway Building Colum Drive Cardiff, UK*, Hlm. 21.
- Intifada, G.S. 2012. *Minimasi Waste (Pemborosan) Menggunakan Value Stream Analysis Tool untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Produksi, Studi Kasus PT Barata Indonesia*.
- Keputusan Menteri Perhubungan dan Telekomunikasi No. Km 81 Tahun 2000, Pengertian dan Jenis Kereta.
- Liker, J.K. 2006. *The Toyota Way: 14 Prinsip Manajemen*. Jakarta: Erlangga.
- Li hong C, et al. 2008. *Applicability and Methods of Lean Production in Railway Transportation Organization: A Case Study of Urumqi Railway Bureau in China*, (School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing, P.R. China, 100044).
- Marksberry, P dan Hughes, S. 2011. *The Role of The Executive in Lean: a Qualitative Thesis based on The Toyota Production System. International Journal of Lean Thinking Volume 2, Issue 2*.
- Morlock, F. & Meier, H. 2015. Service Value Stream Mapping in Industrial Product-Service System Performance Management. *Procedia CIRP*, 30 (2015) 457–461 7th. Industrial Product-Service Systems Conference - PSS, Industry Transformation for Sustainability and Business. Ruhr-Universität Bochum, Chair of Production Systems, 44801 Bochum, Germany.
- Nuruddin W.A. et al. 2013. Implementasi Konsep Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Penyelesaian Produk “A” Sebagai Value Pelanggan (Studi Kasus Pt. Tsw) (Tuban Steel Work). *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 4, No. 2, Tahun 2013: 147–156. Indonesia.
- Nurhayati, E. 2011. Lean Manufacturing. *Dinamika Teknik*, Vol. V, No. 1, Januari 2011 Hal 21–31. Indonesia.
- Octavia, L. 2010. *Aplikasi Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk Pengendalian Kualitas pada Proses Heat Treatment PT Mitsuba Indonesia*.
- Ratnaningtyas. 2009. *Implementasi Lean Manufacturing untuk mengurangi Lead Time Shoulder, Studi Kasus PT Barata Indonesia*

- (Persero). Surabaya: Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Noverember.
- Ririyani, V. & Singgih, M.L. 2015. *Peningkatan Efisiensi di PT Varia Usaha Beton dengan Menerapkan Lean Manufacturing*.
- Rizky, M. dan Rochman, F. 2013. *Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan WRM, WAQ dan VALSAT untuk Mengurangi Waste pada proses finishing*.
- Seher, A. 2015. Maintenance management and Lean Manufacturing Practices in a Firm which Produces Dairy Products, Hatice Atay. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 207, pp. 214–224. *11th International Strategic Management Conference 2015*. Sakarya, 54187, Turkey: Sakarya University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department.
- Zélio G, et al. 2015. *Lean Manufacturing and Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry*, *Procedia Manufacturing* 3, pp. 5947–5954. *6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences*. Brazil: AHFE.