

PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION SYSTEM* PADA LINI PRODUKSI PANEL LISTRIK TIPE *WALL MOUNTING* DENGAN MENGGUNAKAN *VALUE STREAM MAPPING*

Aulia Naro¹, Novaria Halimah²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana Jakarta
Jl. Wijaya Kusuma No. 25, Tangerang Selatan 15221
Email: aulia.naro@mercubuana.ac.id, novariahalimah@gmail.com

Abstrak

Lean manufacturing merupakan cara untuk melakukan perbaikan pada lini produksi dan level manajemen industri manufaktur. Pemborosan yang terjadi di sepanjang lantai proses produksi Panel Listrik Tipe *Wall Mounting* pada PT. Himalaya Transmekka merugikan pihak perusahaan dan menurunkan performansi perusahaan. Tahapan yang dilakukan adalah dengan menggambarkan lini produksi Panel Listrik Tipe *Wall Mounting* saat ini dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) serta digunakan beberapa *tools* seperti *Kanban System* dan perhitungan *Takt Time* untuk menganalisa pemborosan yang terjadi di dalam lini produksi Panel Listrik Tipe *Wall Mounting*. Berdasarkan hasil perhitungan *Current State Value Stream Map* maka diketahui aktifitas *Value Added* sebesar 99.086,78 detik dan *Non Value Added* sebesar 43,29 hari. Sedangkan hasil perhitungan *Future State Value Stream Map* untuk nilai *Value Added* dan *Non Value Added* secara berturut – turut adalah 99.086,78 detik dan 9,5 hari. Untuk aktifitas *Non Value Added* mengalami penurunan sebanyak 78,055%. Pada perhitungan *takt time*, didapatkan *takt time* sebesar 9845,902 detik, dimana ada dua proses yang *cycle timenya* melebihi *takt time*, yaitu proses *wiring assembling* dengan *cycle time* sebesar 70.015,1 detik dan proses *quality control* dengan *takt time* 17.510,55 detik. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Value Added Ratio* yang hasilnya didapatkan untuk *Current State Value Stream Map* sebesar 8,384% dan *Future State Value Stream Map* sebesar 38,206%.

Kata Kunci: *Wall Mounting, Value Stream Mapping (VSM), takt time, Value Added Time, Non Value Added Time, Value Added Ratio*

Abstract

Lean manufacturing is a way to make improvements to the production line and management level of the manufacturing industry. Waste that occurs along the floor of the Wall Mounting Type Electric Panel production process at PT. Himalaya Transmekka harms the company and decreases the company's performance. The steps taken are describing the current Wall Mounting Type Electric Panel production line with the Value Stream Mapping (VSM) method and using several tools such as Kanban System and Takt Time calculation to analyze waste that occurs in the Wall Mounting Type Electric Panel production line. Based on the calculation of the Current State Value Stream Map, it is known that Value Added activities are 99,086.78 seconds and Non Value Added is 43.29 days. While the results of the calculation of Future State Value Stream Map for Value Added and Non Value Added respectively are 99,086.78 seconds and 9.5 days. Non-value added activities decreased by 78.055%. In takt time calculation, takt time is 9845.902 seconds, where there are two processes in which the cycle time exceeds takt time, which is the wiring assembling process with a cycle time of 70,015.1 seconds and a quality control process with takt time 17,510.55 seconds. Furthermore, the Value Added Ratio is calculated, the results obtained for the

Current State Value Stream Map is 8.384% and the Future State Value Stream Map is 38,206%.

Keywords: *Wall Mounting, Value Stream Mapping (VSM), takt time, Value Added Time, Non Value Added Time, Value Added Ratio*

PENDAHULUAN

Lean manufacturing merupakan cara untuk melakukan perbaikan pada lini produksi dan level manajemen industri manufaktur (Sun, 2011). Dasar dari penerapan sistem *lean manufacturing* adalah dimana sistem ini berfokus pada kegiatan mengidentifikasi dan menghilangkan segala bentuk pemborosan (Satao, et al., 2012). Salah satu upaya dalam peningkatan produktivitas adalah dengan meminimisasi waste (Shingo, 1989).

PT. Himalaya Transmeka adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri dan manufaktur dalam pembuatan produk *Electrical Switch Board Motor Control Center* (Panel Listrik). PT. Himalaya Transmeka berproduksi dengan metode *make-to-order*. Perusahaan berproduksi untuk memenuhi permintaan yang bersifat variatif dan fluktuatif.

Dalam industri pembuatan panel listrik di PT. Himalaya Transmeka yang diteliti, perusahaan masih fokus pada masalah pencapaian pemenuhan kuota produksi (yang kadang masih belum terpenuhi). Untuk penyediaan stok pengamanan seringkali juga tidak dapat terpenuhi, sehingga apabila terjadi permasalahan di salah satu proses, dapat dipastikan pengiriman akan terhenti. Usaha perbaikan yang telah dilakukan belum menyentuh akar permasalahan pemborosan yang terjadi sehingga mengakibatkan PT. Himalaya Transmeka belum dapat meningkatkan kapasitas produksi.

Penerapan penyelesaian masalah yang belum menyentuh akar permasalahan tersebut diakibatkan karena perusahaan belum dapat mendayagunakan segala sumber dayanya dengan lebih efisien. Ketidak-efisiennan ini dalam jangka panjang akan berakibat usaha yang merugi, dan menjadi sasaran empuk dari industri lain yang lebih kompetitif, baik dalam bidang kapasitas produksi, kualitas, harga dan *delivery*.

Adanya pemborosan (*waste*) akan mengakibatkan lamanya waktu produksi yang diperlukan perusahaan untuk menghasilkan sejumlah produk sehingga jumlah produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan target perusahaan. Jika produk yang dihasilkan berjumlah kecil, maka perusahaan akan kesulitan dalam memenuhi permintaan pelanggan pada waktu yang telah ditentukan.

Kebutuhan yang mendesak untuk berubah dari perusahaan tradisional menjadi perusahaan yang bersifat *lean*, memerlukan pendekatan yang menyeluruh. Dimulai dari proses produksi, dimana proses ini memerlukan proses dengan nilai tambah paling besar, dimana perampingan di sektor ini akan berpengaruh besar pada kinerja perusahaan.

Untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks ini dibutuhkan alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi terjadinya pemborosan. Disepanjang aliran proses produksi terdapat aktivitas-aktivitas yang memberi nilai tambah (*value added*) dan tidak memberi nilai tambah (*non value added*) yang mengakibatkan pemborosan.

Value stream mapping merupakan salah satu alat dalam metode *lean* yang paling ideal digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan yang terjadi, ditemukan bahwa dengan menerapkan *value stream mapping* dapat mereduksi *leadtime* hingga 20,7%, meningkatkan 50% kapasitas, dan mereduksi 36% *idle time* atau waktu tunggu (Erfan, 2010).

Melihat pemborosan-pemborosan yang terjadi serta kebutuhan yang dipaparkan sebelumnya, maka kita dapat menganggap bahwa *value stream mapping* merupakan alat yang tepat diterapkan di PT. Himalaya Transmeka guna mengidentifikasi dan mengurangi berbagai pemborosan yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan berdasarkan sifatnya termasuk penelitian deskriptif. Metode ini meneliti kondisi pada masa sekarang untuk membuat gambaran, deskripsi secara matematis dan jelas mengenai proses produksi yang berlangsung yang dapat digunakan untuk membuat rancangan perbaikan.

Dalam penelitian ini, penggunaan metode yang dilakukan adalah:

1. Studi Pustaka

Yaitu mencari dan mengumpulkan informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang akan diteliti. Informasi itu dapat diperoleh dari buku ilmiah, laporan penelitian, karangan ilmiah, tesis, ensiklopedia, dan lainnya.

2. Studi Lapangan

Yaitu mencari dan mengumpulkan informasi langsung dari lapangan tempat diadakan penelitian di PT. Himalaya Transmek, Tangerang. Untuk mendapatkan data yang lebih terperinci guna menunjang penelitian ini, maka dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a) Orientasi

Orientasi bertujuan untuk mengenal, mengetahui dan mempelajari kegiatan yang terdapat pada bagian atau departemen yang dikunjungi selama pengambilan data.

b) Observasi Pokok Bahasan

Observasi atau pengamatan terhadap pokok bahasan ini bertujuan agar mahasiswa dapat melihat dan menemukan suatu permasalahan yang terdapat pada bagian atau departemen yang dikunjungi selama kepengambilan data sesuai dengan disiplin ilmu yang dimiliki.

c) Konsultasi dan Diskusi

Konsultasi ini dapat dilakukan dengan dosen pembimbing dan pembimbing di lapangan. Sedangkan diskusi dapat dilakukan dengan para praktisi di dalam perusahaan tanpa mengganggu pekerjaan. Kegiatan ini akan memberikan masukan yang berguna dalam menyelesaikan dan menyempurnakan penelitian.

d) Pengambilan Data

Metode ini digunakan untuk mendapatkan data / informasi secara tidak langsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Value Stream

Pemilihan produk yang akan dipetakan aliran prosesnya didasarkan oleh dua kriteria, yaitu jumlah pesanan dan nilai jual. Data yang dikumpulkan hanya untuk produk yang sudah diproduksi setidaknya 1 tahun, kriteria ini digunakan untuk mendapatkan produk yang masih akan diproduksi dalam jangka waktu lama, sehingga pengembangan yang dilakukan tepat sasaran.

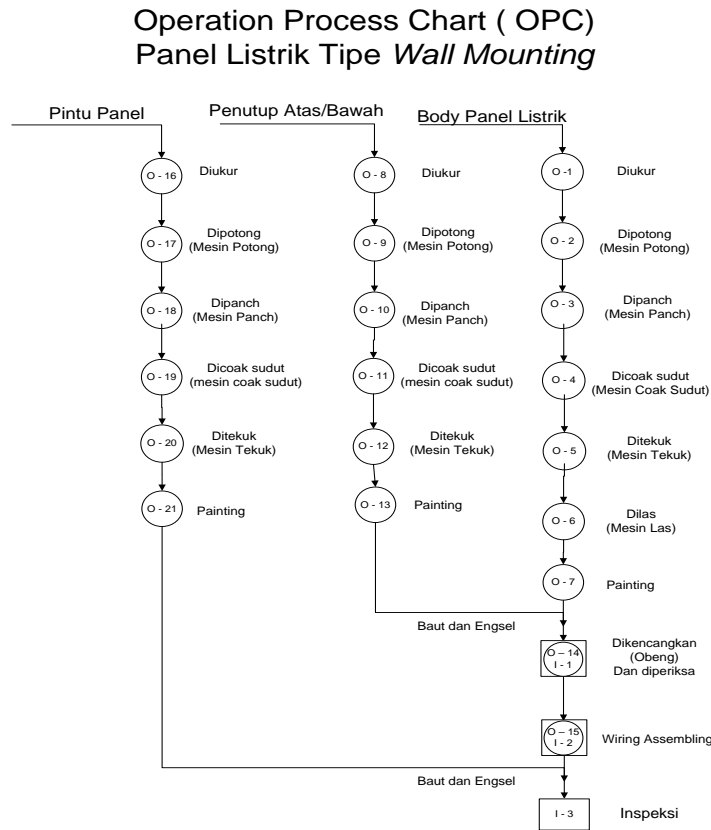
Tabel 1. Data Produk Panel Bulan Oktober

No.	Jenis Produk	Permintaan
1	MV	3
2	LV	13
3	<i>FREE</i> ACB	0
4	<i>STANDING</i> MCC	1
5	DP	52
6	INV	0
7	<i>WALL MOUNTING</i>	61
8	LAIN - LAIN	14

Dari Tabel 1 di atas, maka diambil keputusan untuk membuat *value stream map* produk panel *Wall Mounting* dengan jumlah pesanan sebanyak 61 buah pada bulan Oktober 2014.

Proses Produksi Panel *Wall Mounting*

Proses pengerjaan panel *wall mounting* ini memiliki 3 jalur, hal ini di karenakan terdapat 3 komponen yang akan di satukan pada *assembling line*. Alur proses produksi dalam pembuatan produk panel *wall mounting*, dapat dilihat dengan jelas dalam bagan proses di bawah ini:



Gambar 1. Alur proses produksi produk panel *wall mounting*

Cycle Time

Data mengenai *cycle time* ini diperlukan sebagai *input* dalam perancangan *value stream map*. Data ini akan menunjukkan kinerja setiap proses, dimana *bottleneck* terjadi dan dapat digunakan sebagai ukuran kapasitas produksi untuk produk ini. *Cycle time* ini dijadikan sebagai patokan *value added time* dari keseluruhan proses produksi untuk memproduksi produk panel *wall mounting*. *Cycle time* ini diperoleh melalui *time study* yang dilakukan untuk setiap *workstation* yang melakukan proses produksi secara berulang dan terus menerus. Metode *time study* yang digunakan adalah *stopwatch time study*. Di bawah ini merupakan data *time study* pada setiap *workststion*.

Tabel 2. Data Produk Panel Bulan Oktober

No.	Proses (Detik)								
	<i>Cutting</i>	<i>Panch</i>	<i>Coak Sudut</i>	<i>Bending</i>	<i>Welding</i>	<i>Painting</i>	<i>Wiring Assembling</i>	<i>Quality Control</i>	<i>Packaging</i>
1	359,9	601,7	180	364,4	720	4407,6	57600	14409,3	3610,9
2	365,5	609,8	180,9	360,7	724,6	4410,5	57609,8	14410,5	3604,5
3	361,8	607,3	182,3	362,4	722,8	4418	57610,9	14409,8	3600
4	360,9	610,2	182,4	359,9	728,6	4407,7	57613,9	14412,2	3601,9
5	360	600,8	181,9	364,3	712,1	4415,9	57601,1	14401,1	3612,7
6	364,7	608,1	180,4	364,1	710	4406,2	57600,2	14411,9	3600,8
7	358,6	610,3	179,5	361,8	720,9	4418,1	57607,5	14400,8	3611
8	361,7	612,4	179,9	358,9	718,8	5516,1	57610,2	14400	3609,6
9	364	600	180,7	360,2	729,1	4410,1	57600,7	14413,7	3613,7
10	365,1	599,3	182,3	360	710,8	4410	57612	14403	3601,1

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data *Time Study* untuk Setiap Stasiun

<i>Process</i>	<i>Cutting</i>	<i>Panch</i>	<i>Coak Sudut</i>	<i>Bending</i>	<i>Welding</i>	<i>Painting</i>	<i>Wiring Assembling</i>	<i>Quality Control</i>	<i>Packaging</i>
Total OT	3622,2	6059,9	1810,3	3616,7	7197,7	44120,2	576066,3	144072,3	36066,2
<i>Rating</i>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	1,03	1,03	0,98
<i>Number of Observation</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Average N/T</i>	354,9756	593,8702	177,4094	354,4366	705,3746	4323,7796	59334,829	14839,447	3534,4876
<i>% Allowance</i>	17,5	17,5	17,5	17,5	19	12,5	18	18	16,5
<i>Standard Time</i>	417,1	697,8	208,5	416,5	839,4	4864,3	70015,1	17510,55	4117,7
<i>Operator</i>	2	1	1	1	1	2	7	3	2

Data Set Up Mesin

Data *set up* diperlukan dalam perhitungan *takt time*, karena proses *set up* mengurangi waktu operasi bersih dalam dari tiap mesin yang digunakan dalam pembuatan produk panel *Wall Mounting*, data pada Tabel 4 di bawah ini merupakan data sekunder yang diambil dari data bagian produksi PT. Himalaya Transmeka

Tabel 4. Data *Set Up* Mesin

No.	Proses	Set Up Time	Satuan
1	<i>Cutting</i>	5	Menit
2	<i>Panch</i>	5	Menit
3	<i>Coak Sudut</i>	5	Menit
4	<i>Bending</i>	5	Menit
5	<i>Welding</i>	5	Menit
6	<i>Painting</i>	5	Menit
7	<i>Wiring Assembling</i>	0	Menit
8	<i>Quality Control</i>	5	Menit
9	<i>Packaging</i>	0	Menit

Jumlah Inventory

Inventory terdiri dari *stock material*, *WIP* maupun *finished good*. Untuk perancangan *value stream map* maka *inventory* dalam unit akan dibagi dengan permintaan perhari sehingga akan menjadi *inventory* dalam satuan hari. Tabel 5 merupakan data *inventory* (*stock material*, *WIP*, dan *finished good*) yang berada antar *workstation* pada satuan waktu tertentu.

Tabel 5. Jumlah Inventori (Bahan Baku, WIP dan Barang Jadi)

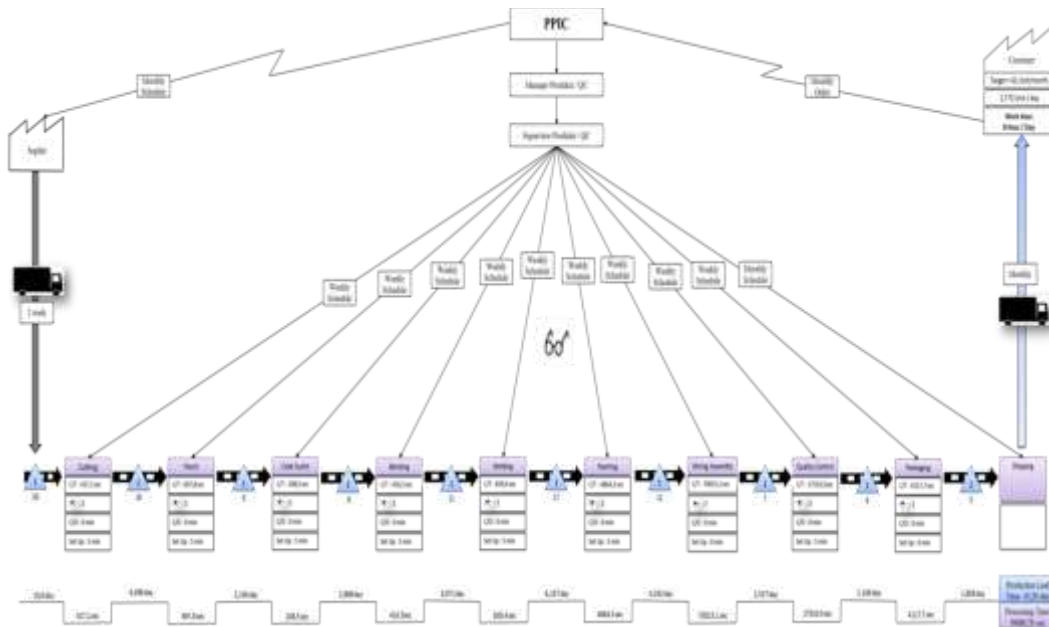
Status Produk	Workstation	Jumlah
<i>Raw Material</i>	<i>Warehouse</i>	30
WIP	<i>Cutting</i>	18
WIP	<i>Panch</i>	6
WIP	<i>Coak Sudut</i>	8
WIP	<i>Bending</i>	11
WIP	<i>Welding</i>	17
WIP	<i>Painting</i>	12
WIP	<i>Wiring Assembling</i>	7
<i>Finished Good</i>	<i>Quality Control</i>	6
<i>Finished Good</i>	<i>Packaging</i>	5

Pembuatan Current State Map

Setelah data yang dikumpulkan memenuhi untuk membuat *Current State Value Stream Map* (CSVSM), proses berikutnya adalah menyusun CSVSM dari data hasil pengolahan sebelumnya, dengan menampilkan arus informasi dari pelanggan dan *supplier* bahan mentah, yang dilanjutkan dengan aliran produksi dan terakhir yaitu *time line*. Penggambaran CSVSM yang lengkap akan memberikan representasi visual dari aliran material dan informasi dari sebuah produk, CSVSM sangat berguna dalam mengatur secara

visual proses pengembangan. Kita dapat mengetahui gambaran umum mengenai alur proses produksi dari produk *Wall Mounting* dari mulai pemesanan bahan baku sampai ke pengiriman *finish good* kepada pelanggan dan juga dapat lebih memfokuskan area perbaikan. Perhitungan *lead time* total berdasarkan pada *line* produksi dari produk *Wall Mounting*.

Parameter yang digunakan dalam CSVSM ini ada dua, antara lain *production lead time* dan total waktu siklus. Pemilihan kedua parameter ini dikarenakan parameter ini diasumsikan telah cukup mewakili sebagai acuan dasar dalam proses pengembangan menuju *future state*.



Gambar 2. *Current state map*

Berdasarkan peta *current state mapping* diatas dapat dilihat bahwa pemborosan persediaan terjadi di area *value stream*. Pemborosan persediaan terlihat dalam persediaan barang setengah jadi yang memiliki nilai yang sangat besar, lalu untuk aliran informasi yang ada dalam peta didapat dari departemen PPIC. Baik informasi yang diberikan pelanggan dan informasi yang diberikan perusahaan kepada *supplier*, serta aliran informasi yang diberikan perusahaan (PPIC) kepada seluruh proses produksi yang menerima informasi.

Setelah *current state map* dilengkapi dengan aliran material dan aliran informasi, maka langkah selanjutnya adalah penambahan *lead-time bars* untuk menunjukkan *lead-time* panel *Wall Mounting* dari hasil pengamatan material. Waktu dibedakan atas dua yaitu *lead time* produksi yang menunjukkan adanya *non value added time* dan waktu proses yang umumnya merupakan *value added time*.

$$\begin{aligned} \text{Non value added} &= 43,29 \text{ hari} \\ \text{Value added} &= 99.086,78 \text{ detik} \end{aligned}$$

Melihat *current state mapping* yang telah dibuat, dapat dilihat bahwa terjadi pemborosan jumlah persediaan yang besar, hal ini dapat dilihat dari besarnya *leadtime* yang kemudian berefleksi pada nilai *value added ratio*. *Value added ratio* merupakan perbandingan atau presentasi antara *value added time* dengan *non value added time*. *Non value added time* sendiri sama dengan *lead time* yang digambarkan dalam peta kondisi saat ini. Untuk perhitungan *lead time* yang ada dalam peta didapat dari besar persediaan di bagi dengan target perhari. Contoh, untuk persediaan yang ada setelah proses *cutting* adalah sebesar 18 unit. Maka *lead time* pada area tersebut adalah sebagai berikut:

$$LT = \frac{18 \text{ unit}}{2,77 \text{ unit}} = 6,498 \text{ hari}$$

Jadi *lead time* untuk area tersebut adalah sebesar 6,498 hari dan untuk *lead time* area yang lain dapat dilihat di lampiran.

Untuk perhitungan *value added ratio* adalah sebagai berikut:

$$VAR = \frac{99086,78 \text{ sec}}{(43,29 \times 27300 \text{ sec})} \times 100\% = 8,384\%$$

Perhitungan *Takt Time*

Perhitungan *takt time* menggunakan rumus di bawah, dalam penggunaan nilai *customer demand* harian digunakan nilai 2,77 unit.

$$Takt \text{ time} = \frac{\text{Available working time per day}}{\text{Customer demand rate per day}}$$

Dalam perhitungan *takt time*, nilai *set up* yang digunakan adalah nilai *set up* paling lama, penggunaan nilai *set up* terlama dengan pertimbangan sebagai faktor pengaman terhadap gangguan dalam produksi, semisal adanya kecelakaan kerja dimana waktu operasi harus dihentikan sementara sebelum datang operator pengganti. Berdasarkan data dan pengamatan proses produksi pada PT. Himalaya Transmeka pembagian waktu dalam satu *shift* kerja yaitu:

Waktu kerja	: 08.00 – 17.00	= 540 Menit
Makan siang	: 12.00 – 13.00	= 60 Menit
<i>Additional Break</i>	: 10.00 – 10.10	= 10 Menit
	: 15.00 – 15.10	= 10 Menit
<i>Set up time</i>	:	= 5 Menit
Total Waktu Tersedia	:	= 455 Menit
<i>Net available time</i>	:	= 27300 Detik
<i>Customer demand</i>	:	= 61 Unit / Bulan
	:	= 2,77 Unit / Hari
<i>Takt time</i>	:	= 9845,02 Detik

Perhitungan *takt time* menggunakan *set up* terlama.

Gambar 3. Pembagian waktu *shift* kerja

Kaizen Blitz

Kaizen blitz ini merupakan tanda yang menggambarkan area-area yang akan dilakukan perbaikan. *Kaizen blitz* didapat pada saat pembuatan *current state mapping*. Dan Gambar 4 adalah gambar *current state mapping* yang telah dilengkapi dengan *kaizen blitz* :

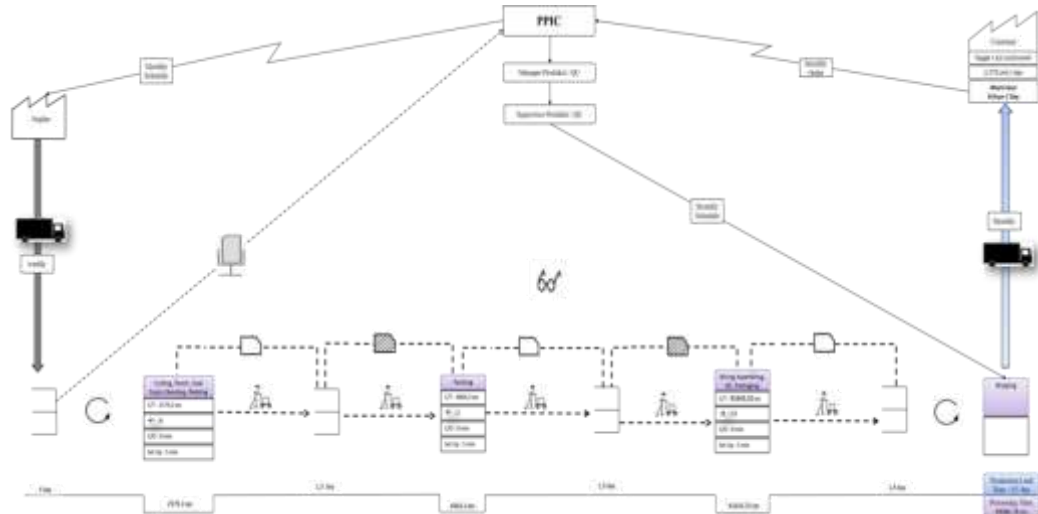


Gambar 4. *Current state map* dilengkapi dengan *kaizen blitz*

Pembuatan *Future State Map*

Untuk jumlah persediaan bagi masing-masing tempat penyimpanan, perusahaan memiliki kebijakan yaitu sebesar 1,5 hari. Jumlah ini yang akan menjadi salah satu acuan dalam pembuatan *future state mapping*. Apabila terdapat jumlah persediaan yang sangat besar pada *current state mapping* hingga melebihi satu setengah hari, maka akan disesuaikan pada saat pembuatan *future state map* menjadi satu setengah hari.

Dalam penelitian ini, pembuatan *future state mapping* dibuat mulai dari area *downstream* ke area *upstream*. Hal ini bertujuan agar perbaikan yang dilakukan dapat sesuai dengan keinginan konsumen yang dalam *value stream mapping* berada di area *downstream*. Gambar 5 adalah tahapan untuk merancang *future state mapping*.



Gambar 5. *Future state map*

Berdasarkan gambar *future state mapping* di atas kita dapat melihat bahwa hanya satu proses yang menerima informasi atau instruksi produksi, yaitu proses *shipping*. Lalu proses tersebut menyebarkan informasi tersebut kepada seluruh area secara terintegrasi menggunakan kartu kanban. Pengambilan material menggunakan kartu *withdraw kanban* yang diberikan kepada supermarket yang berada di antara proses *painting* dengan proses *wiring assembling*, inspeksi dan *packaging* yang telah menjadi satu proses. Lalu proses *shipping* pun mengirimkan kartu *production kanban* kepada supermarket yang berada diantara proses *shipping* dan *wiring assembling*, *quality control* dan *packaging* yang telah tergabung menjadi satu proses sebagai instruksi untuk menyiapkan dan mensuplai material sesuai kuantitas yang diambil tadi. Lalu begitu pun seterusnya proses *painting* mengirimkan kartu *production kanban* kepada proses sebelumnya sebagai instruksi kerja. Sehingga dengan sistem ini setiap proses hanya akan memproduksi sesuai dengan permintaan proses *downstream*.

Jumlah atau nilai *lead time* mengalami penurunan untuk *future state mapping*. Hal ini dikarenakan dengan mengikuti kebijakan perusahaan yang menyatakan bahwa besar persediaan maksimal adalah sebesar 1,5 hari. Selain itu adanya penggabungan proses – proses yang menyebabkan jumlah persediaan yang ada diantara proses tersebut hilang memicu penurunan nilai *lead time*.

Non value added = 9,5 Hari
Value added = 99.086,78 detik

Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa *leadtime* sama dengan *non value added time*. Artinya jika terjadi penurunan *non value added time* maka nilai *value added ratio* akan meningkat. Di bawah ini adalah perhitungan *value added ratio* untuk *future state mapping*:

$$VAR = \frac{99086,78 \text{ sec}}{(9,5 \times 27300 \text{ sec})} \times 100\% = 38,2058\%$$

PENUTUP

Simpulan

Penelitian dengan studi kasus yang dilakukan semenjak November tahun 2014 pada sistem produksi di PT. Himalaya Transmeka dengan pilihan lintasan produk yang akan dikembangkan yaitu, Panel Listrik Tipe *Wall Mounting*, menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pembuatan *Current State Value Stream Mapping* maka didapatkan aktivitas *value added* dan *non value added time* yang terjadi pada lintasan produksi panel listrik tipe *Wall Mounting*. Kondisi perusahaan yang dapat dilihat dari *Current State Value Stream Map* mengalami pemborosan pada jumlah persediaan atau *inventory* yang besar. Jumlah persediaan tersebut dikonversikan kedalam satuan waktu adalah sekitar 43,29 hari dan *Total Cycle Time* sebesar 99.086,78 detik.
2. Pada perhitungan *takt time*, didapatkan *takt time* proses sebesar 9845,902 detik dimana ada salah satu proses yang *cycle time* melebihi *takt time*, yaitu proses *wiring assembling* dengan *cycle time* sebesar 70.015,1 detik dan proses *quality control* dengan *cycle time* sebesar 17.510,55 detik. Sehingga proses tersebut dapat dikatakan belum baik karena berjalan lebih lambat daripada yang seharusnya. Sedangkan untuk proses lainnya yang tidak melebihi *takt time* proses produksi tersebut sudah dapat dikatakan baik karena berjalan lebih cepat atau dapat memenuhi permintaan konsumen.
3. Rekomendasi perbaikan proses produksi untuk menghilangkan *waste* dapat dilihat pada Tabel 12 dan didapatkan untuk perhitungan *Production Lead Time* berkurang sebanyak 78,055% atau berubah sebanyak 33,79 hari, dari 43,29 hari menjadi 9,5 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. 2003. *Lean Manufacturing Tools and Techniques in The Process Industry with a Focus on Steel* (Dissertation). University of Pittsburgh.
- Alex S., et. al. 2010. Space Utilization Improvement in CNC Machining Unit Through Lean Layout. *Sastech Journal*, 9(2).
- Bhat R. R. & S. S. 2011. Improving The Productivity Using Vallue Stream Mapping and Kanban Approach. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 8(2), 2229 – 5518.
- Erfan M. O. 2010. Application of Lean Manufacturing to Improve The Performance of Health Care Sector in Libya. *International Journal of Engineering & Technology*, 10(06), 101706-6868.
- Fanani, Z. & Singgih, M. L. 2011. Implementasi lean manufacturing untuk peningkatan produktivitas (studi kasus pada PT. Ekamas fortuna malang). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi Xiii, Institut Teknologi Surabaya. A-44-1, A-44-9.*
- Gaspersz, Vincent. 2009. *Production and Inventory Control*. Erlangga : Jakarta.
- Gaspersz, V., dan Avanti, F. 2011. *Organizational Excellence: Systematic Continuous Improvement and Innovation*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Goriwondo, W. M., et. al. 2011. Use of the value stream mapping tool for waste reduction in manufacturing (case study for bread manufacturing in Zimbabwe). *Proceeding of The 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Harsono, A. R., et. al. 2010. Usulan perbaikan untuk pengurangan waste pada proses produksi dengan metoda lean manufacturing (studi kasus di PT. PLN (persero) jasa dan produksi, unit produksi Bandung). *Proceeding Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas*, 400-409.
- Hines, P., & Taylor. D. 2000. *Going Lean, Lean Enterprise Research Center*. Cardiff Bussines School.
- Khannan M. S. A. Dan Haryono. 2015. Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT. Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4 (1), 47 – 54.
- Liker, K. J. 2004. *The Toyota Way*. USA: Mc Grawhill.
- Liker, K. J., dan Meier, D. 2006. *The Toyota Way Fieldbook A Practical Guide For Implementing Toyota's 4Ps*. New york : Mc Graw-Hill
- Lovelle, Jared. 2001. *Mapping the Value Stream*. IEE Solutions.
- Mekong, Capital. 2004. *Introduction to Lean Manufacturing*. Vietnam.
- Nicholas, J. M. 1998. *Competitive Manufacturing Management*. Singapore: McGraw-hill.
- Ristono, A. 2010. *Sistem Produksi Tepat Waktu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rother, M., & Shook, J. 2003. *Learning to See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Satao, M. S., et. al. 2012. *Enhancing Waste Reduction Through Lean Manufacturing Tools and Techniques, A Methodical*.
- Shingo, S. 1989. *A study Of Toyota Production System From An Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press.
- Sun, S. 2011. The Strategic Role of Lean Production in SOE's Development. *International Journal of Business and Management*, 6(2), 1833-3850.
- Wang C., et. al. 2011. Using Value Stream to Analyze an Upholstery Furniture Engineering Process. *Forest Products Journal*, 61(5), 411 – 421.
- Womack J. P. 2006. Value Stream Mapping. *Proquest, Manufacturing Engineering*, 136(5), 145.