

## IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* PADA PROSES PRODUKSI UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN PERSEDIAAN

Filscha Nurprihatin<sup>1\*</sup>, Charles Darwin<sup>1</sup>, Gidion Karo-Karo<sup>1</sup>, Dino Caesaron<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Bunda Mulia  
Jl. Lodan Raya No. 2 Ancol, Jakarta Utara 14430, Indonesia

\*Email: fnurprihatin@bundamulia.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan manufaktur sepatu bertaraf internasional. Saat ini, terdapat penumpukan persediaan yang terjadi di setiap stasiun kerja. Penelitian ini mengidentifikasi alat yang tepat untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*), mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya pemborosan, memberikan dan mengimplementasikan usulan tindakan perbaikan untuk meminimalkan pemborosan persediaan pada proses produksi. Mengacu pada pendekatan *lean manufacturing*, penelitian ini dimulai dengan memetakan aliran proses saat ini dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). Tahap berikutnya, dilakukan identifikasi pemborosan dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan menetapkan alat yang cocok untuk memetakan secara detail aliran nilai dengan menggunakan VALSAT. Selanjutnya, menganalisis penyebab dominan dari pemborosan persediaan dengan menggunakan *fishbone diagram*. Alat yang tepat untuk memetakan aliran nilai secara detail dengan menggunakan VALSAT adalah *Process Activity Mapping* (PAM) dengan total skor 500,12. Kemudian, faktor dominan yang menjadi penyebab terjadinya pemborosan persediaan disebabkan oleh 3 faktor yaitu manusia, metode, dan material. Tahap penyelesaian masalah dilakukan dengan merancang sistem *kanban* dan diimplementasikan ke *value stream* tersebut. Setelah mengimplementasikan usulan tindakan, diperoleh jumlah persediaan berkurang. Pada kondisi aktual sebelum diterapkan sistem *kanban*, jumlah persediaan tercatat 12.945 pasang. Setelah diterapkan sistem *kanban*, jumlah persediaan menjadi 11.602 pasang.

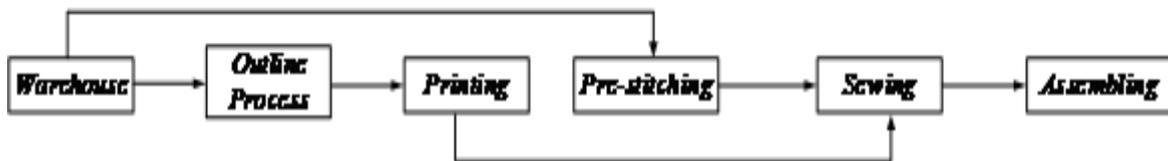
**Kata kunci:** *Lean Manufacturing, Process Activity Mapping, Waste Assesment Model, Pemborosan Persediaan, Kanban*

### 1. PENDAHULUAN

Pemborosan pada lini produksi mengakibatkan hasil penjualan suatu produk menurun. Jenis pemborosan yang diperhatikan pada konsep *Lean Manufacturing* (LM) adalah transportasi, persediaan, gerakan yang tidak efektif, waktu tunggu, produksi yang berlebihan, proses yang berlebihan, adanya produk cacat, dan kreativitas karyawan yang tidak digunakan (Karim dan Arif-Uz-Zaman, 2013). Untuk mencegah terjadinya pemborosan, maka dilakukan dengan banyak cara, salah satunya adalah dengan mengacu pada pendekatan LM, seperti *line balancing, concurrent engineering, cellular manufacturing, process layout, 5S, Single Minute Exchange of Dies* (SMED), *Total Quality Management* (TQM), *Total Productive Maintenance* (TPM), dan *Autonotation* (Karim dan Arif-Uz-Zaman, 2013).

LM menekankan aliran material dari suatu produk mulai tahap awal produksi hingga selesai (Ruiz-de-Arbulo-Lopez dkk., 2013). Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi sepatu olahraga bertaraf internasional. Gambar 1 menjelaskan proses produksi produk sepatu. Bahan baku berupa kulit asli dan kulit sintetis diambil dari gudang lalu ditransportasikan ke dua lokasi yaitu *outline process* dan *pre-stitching*. Pada *outline process*, bahan baku dipotong dan dipersiapkan untuk ke proses selanjutnya yaitu proses *printing*. Pada proses *printing*, dilakukan pencetakan logo produk pada komponen. Pada *pre-stitching*, dilakukan proses pemotongan dan persiapan bahan baku untuk komponen penunjang seperti lidah sepatu. Pada proses *sewing*, komponen datang dari proses *printing* dan *pre-stitching*. Pada proses ini, dilakukan

penjahitan setiap komponen hingga menjadi sebuah bagian atas dari sepatu (*upper*). Komponen *upper* ditransportasikan ke area perakitan (*assembling*) untuk dirakit menjadi sebuah produk jadi. Diantara setiap proses produksi tersebut, terdapat sebuah penampungan persediaan komponen yang disebut supermarket. Dalam proses produksi yang diamati terdapat komponen cacat yang terjadi di setiap stasiun kerja pada proses *outline process*, *printing*, dan *pre-stitching*. Ketika komponen cacat ditemukan, maka dilakukan pengerjaan ulang yang menyebabkan *bottleneck* pada stasiun kerja tersebut. Ketika *bottleneck* terjadi, maka akan mengalami penumpukan persediaan *Work In Process* (WIP) dan di supermarket. Hal tersebut menunjukkan adanya pemborosan persediaan dan pemborosan produk cacat. Selain itu terdapat aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga meningkatkan *lead time* pada proses produksi sepatu.



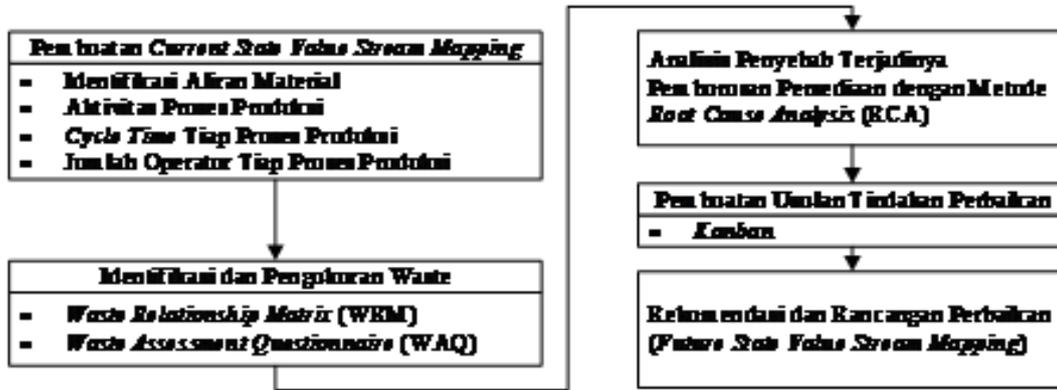
**Gambar 1 Proses Produksi**

Pemborosan produk cacat dapat mengakibatkan penurunan nilai *quality rate* sehingga dapat menimbulkan terjadinya masalah pada *product quality* dan juga adanya pengerjaan ulang. Proses pengerjaan ulang inilah yang menyebabkan penumpukan WIP pada lini produksi. Sedangkan pemborosan persediaan mengakibatkan peningkatan *lead time* pada rantai produksi. Oleh karena itu, penelitian ini membahas upaya perbaikan proses produksi untuk mengurangi pemborosan persediaan dengan mengacu pada pendekatan LM.

Penelitian Librelato dkk. (2014) berkontribusi penting dalam penelitian ini dengan penerapan *kanban* sebagai pengatur informasi barang yang dipasok dari supermarket. Librelato dkk. (2014) menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Thinking Process of the Theory of Constraints* (TP-TOC) untuk menganalisis proses produksi pada industri otomotif di Brazil.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data primer, selanjutnya dilakukan pengolahan data. Proses pengolahan data dijabarkan pada Gambar 2. Tahap awal pengolahan data yaitu dengan menguji dan menyeragamkan data yang telah dikumpulkan. Selanjutnya, memetakan aliran proses dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). VSM menampilkan informasi terkait semua operasi manufaktur seperti *cycle time*, *downtime*, persediaan, dan sebagainya (Ruiz-de-Arbulo-Lopez dkk., 2013). Tahap berikutnya, dilakukan identifikasi pemborosan dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dilanjutkan dengan menganalisis penyebab dominan dari pemborosan persediaan dengan menggunakan *fishbone diagram*. Tahap penyelesaian masalah dan implementasi menggunakan sistem *kanban*.



Gambar 2 Proses Pengolahan Data

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC)

Diagram SIPOC merupakan suatu diagram yang dibuat dengan tujuan untuk memetakan aliran proses produksi sepatu dari *supplier* hingga sampai pada *customer*. Diagram SIPOC ini mengidentifikasi *supplier*, *input*, *process*, *output* dan *customer* yang menjelaskan ruang lingkup penelitian.

- *Supplier*: *Supplier* proses pembuatan sepatu pada perusahaan adalah gudang penyimpanan bahan baku.
- *Input*: Bahan baku pembuatan sepatu adalah kulit, bahan pembantu (tali sepatu), dan aksesoris (*outsole*, *innersole*, *sockliner*).
- *Process*: Proses pembuatan sepatu adalah mengubah bahan baku menjadi sepatu.
- *Output*: *Output* proses produksi adalah sepatu.
- *Customer*: *Customer* proses pembuatan sepatu pada perusahaan adalah *finished goods*.

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

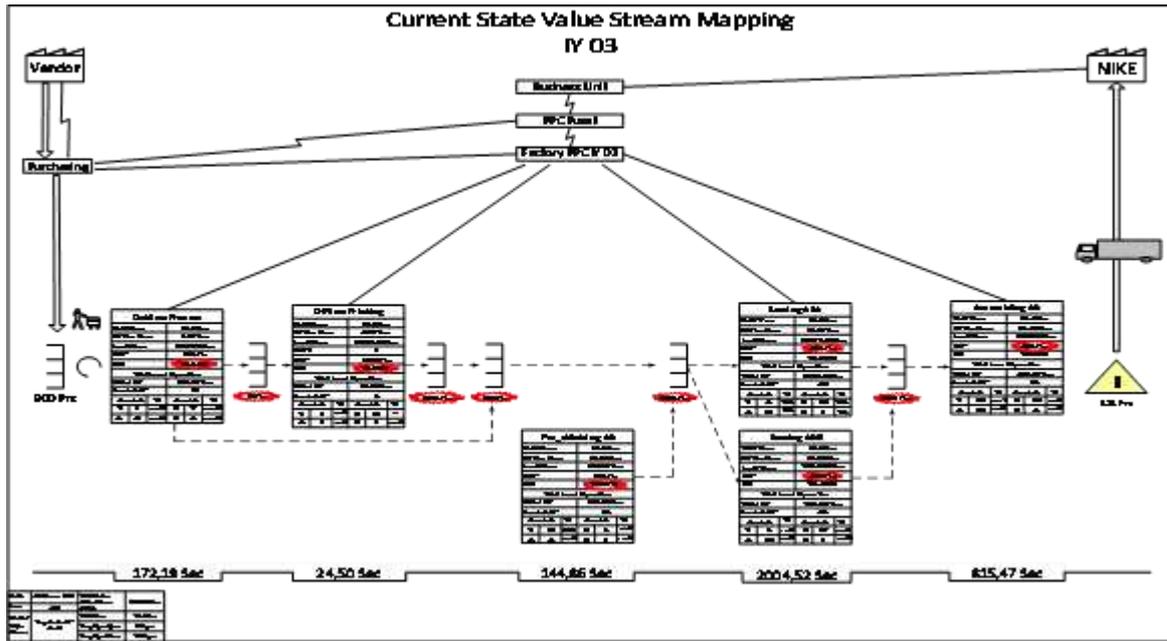
Penggambaran VSM digunakan untuk memahami proses yang terjadi pada aliran informasi dan aliran fisik dalam sistem produksi. Berdasarkan data yang diperoleh, didapatkan data waktu siklus untuk proses produksi sepatu. *Current state* VSM ditampilkan pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, VSM memperlihatkan bahwa terdapat aktivitas *value added* yang teridentifikasi dengan total waktu 3161,54 detik.

#### 3.3 Identifikasi Pemborosan

Identifikasi pemborosan dilakukan dengan menggunakan pendekatan konsep *waste assessment model*. Proses identifikasi pemborosan dilakukan dengan cara wawancara dan menyebarkan kuesioner pembobotan dengan pihak yang terlibat dalam proses pembuatan sepatu. Wawancara dilakukan untuk mengetahui persepsi terhadap pemborosan dan keterkaitan antar pemborosan. Sedangkan penyebaran kuesioner dilakukan untuk mendapatkan bobot dari pemborosan tersebut.

##### 3.3.1 *Seven Waste Relationship*

Langkah awal *waste relationship matrix* adalah melakukan wawancara kepada 6 orang terdiri dari bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi (PPC), *quality management*, dan bagian *inline production*. Pihak PPC akan menjawab pertanyaan dengan jenis hubungan O\_I, O\_D, O\_M, O\_T, O\_W, I\_O, I\_D, I\_M, I\_T. Bagian *quality management* akan menjawab pertanyaan dengan jenis hubungan D\_O, D\_I, D\_M, D\_T, D\_W, sedangkan untuk bagian *inline production* akan menjawab pertanyaan dengan jenis hubungan M\_I, M\_D, M\_W, M\_P, T\_O, T\_I, T\_D, T\_M, T\_W, P\_O, P\_I, P\_D, P\_M, P\_W, W\_O, W\_I, W\_D. Pembobotan didapatkan dari jawaban setiap responden dan bertujuan untuk mengetahui hubungan pemborosan.



Gambar 3 Current State Value Stream Mapping

3.3.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Berdasarkan tingkat keterkaitan antar pemborosan tersebut dibuat *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 2 dijelaskan *waste relationship value*. Jenis pemborosan yang terdapat pada kolom paling kiri menyatakan “from” sedangkan baris paling atas menyatakan “to”. Huruf dalam *matrix* yang melambangkan tingkat keterkaitan tersebut dikonversi ke dalam bentuk angka untuk didapatkan bentuk persentasenya. WRM dikonversi ke dalam bentuk angka dengan acuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0.

Tabel 1 Waste Relationship Matrix (WRM)

FT	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	O	I	X	O
I	I	A	I	O	I	X	X
D	I	E	A	U	O	X	U
M	X	E	I	A	X	I	O
T	E	U	O	O	A	X	E
P	O	I	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

Tabel 2 Waste Relationship Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	10	4	4	6	0	4	38	15.97
I	6	10	6	4	6	0	0	32	13.45
D	6	8	10	2	4	0	2	32	13.45
M	0	8	6	10	0	6	4	34	14.29
T	8	2	4	4	10	0	8	36	15.13
P	4	6	6	6	0	10	6	38	15.97
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11.76
Skor	38	54	40	30	26	16	34	238	100
%	15.97	22.69	16.81	12.61	10.92	6.72	14.29		100

Dari hasil perhitungan pada Tabel 2, didapatkan bahwa nilai *from overproduction* dan *from process* memiliki persentase tertinggi yaitu 15,97% yang berarti bahwa apabila pemborosan *overproduction* dan *process* terjadi, maka akan memiliki pengaruh yang cukup besar untuk menyebabkan pemborosan lain. Nilai *to inventory* memiliki persentasi yang paling besar sebesar

22,69%. Hal ini mengindikasikan bahwa pemborosan persediaan merupakan pemborosan yang paling banyak diakibatkan oleh pemborosan yang lain. Di sisi lain persediaan hanya mengakibatkan timbulnya pemborosan lain sebesar 13,45%.

### 3.3.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

WAQ merupakan kuesioner penilaian yang terbagi dalam dua jenis kelompok pertanyaan yaitu *from* dan *to*. Kelompok pertanyaan *from* diisi bila *waste* tersebut dapat mempengaruhi atau menghasilkan pemborosan lainnya dan kelompok pertanyaan *to* diisi bila pemborosan tersebut dapat dipengaruhi atau dihasilkan oleh pemborosan lainnya. Pengukuran peringkat pemborosan mengikuti 8 langkah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
2. Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM.
3. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan ( $N_i$ ).
4. Menghitung jumlah skor dari tiap kolom jenis pemborosan dan frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom pemborosan dengan mengabaikan nilai 0 (nol) dengan persamaan (1).

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i} \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad ; \text{ untuk tiap jenis pemborosan } j \tag{1}$$

5. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0,5 atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya.
6. Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom pemborosan dan frekuensi ( $f_j$ ) untuk nilai bobot pada kolom pemborosan dengan mengabaikan nilai 0 (nol) dengan persamaan (2).

$$s_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad ; \text{ untuk tiap jenis pemborosan } j \tag{2}$$

7. Menghitung indikator awal untuk tiap pemborosan ( $Y_j$ ). Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum mempresentasikan bahwa tiap jenis pemborosan dipengaruhi jenis pemborosan lainnya. Perhitungan  $Y_j$  ditampilkan pada persamaan (3).

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j s_j}{F_j S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad ; \text{ untuk tiap jenis pemborosan } j \tag{3}$$

8. Menghitung nilai *final waste factor* ( $Y_{j\text{final}}$ ) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis pemborosan ( $P_j$ ) berdasarkan total “*from*” dan “*to*” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk *final waste factor* yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat *level* dari masing-masing pemborosan dengan menggunakan persamaan (4).

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j s_j}{F_j S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \tag{4}$$

**Tabel 3 Rekapitulasi Waste Assessment Questionnaire**

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0.610	0.648	0.667	0.647	0.622	0.677	0.675
Pj Faktor	254.925	305.063	225.973	180.072	165.243	107.337	168.067
Hasil Akhir (Yj Final)	155.426	197.610	150.728	116.578	102.726	72.681	113.403
Hasil Akhir (%)	17.10%	21.74%	16.58%	12.82%	11.30%	7.99%	12.47%
Ranking	2	1	3	4	6	7	5

Tabel 3 merupakan rekapitulasi WAQ untuk menentukan jenis pemborosan yang terjadi dalam proses pembuatan sepatu berdasarkan jumlah persentase terbesar. Berdasarkan Tabel 4.15 dapat disimpulkan bahwa jenis pemborosan yang terbesar disebabkan oleh persediaan dengan persentase sebesar 21,74% dan pemborosan terbesar kedua adalah *overproduction* dengan persentase sebesar 17,10%.

**3.3.4 Value Stream Mapping Tools (VALSAT)**

Setelah mendapatkan hasil akhir dari proses pembobotan dengan menggunakan WRM dan WAQ, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pemilihan *detail mapping tools* yang tepat sesuai dengan jenis pemborosan yang terjadi pada perusahaan dengan menggunakan VALSAT. Konsep VALSAT digunakan dalam pemilihan *tools* dengan cara mengalikan hasil pembobotan pemborosan dengan skala yang ada pada tabel VALSAT. Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) menempati urutan pertama dengan total skor 500,12 sehingga alat yang digunakan untuk menganalisis pemborosan secara terperinci adalah PAM.

**Tabel 4 Hasil Pembobotan VALSAT**

Waste / Structure	Weight	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	17.1	17.1	51.3	0	17.1	51.3	51.3	0
Unnecessary inventory	21.74	65.22	195.66	65.22	0	195.66	65.22	21.74
Defects	16.58	16.58	0	0	149.22	0	0	0
Unnecessary motion	12.82	115.38	12.82	0	0	0	0	0
Transport	11.3	101.7	0	0	0	0	0	11.3
Inappropriate processing	7.99	71.91	0	23.97	7.99	0	7.99	0
Waiting	12.47	112.23	112.23	12.47	0	37.41	37.41	0
Total		500.12	372.01	101.66	174.31	284.37	161.92	33.04

**3.3.5 Process Activity Mapping (PAM)**

Penggambaran PAM bertujuan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang bernilai tambah maupun kegiatan yang tidak bernilai tambah. Peta ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada *value stream* dan mengoptimalkan proses agar lebih efektif dan efisien dengan cara merancanganya lebih sederhana.

**Tabel 5 Ringkasan Perhitungan Process Activity Mapping**

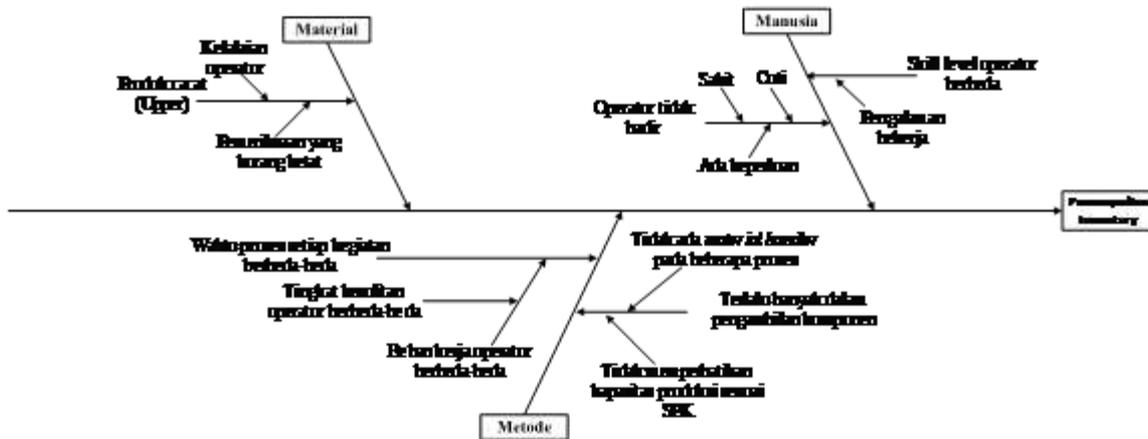
Kegiatan	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
Operasi ( <i>Operation</i> )	259	3651.00	24.76%
Transportasi ( <i>Transportation</i> )	71	1043.64	7.08%
Inspeksi ( <i>Inspection</i> )	7	97.51	0.66%
Penyimpanan ( <i>Storage</i> )	37	9672.68	65.60%
Penundaan ( <i>Delay</i> )	20	280.73	1.90%
Total	394	14745.56	

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
Value Added (VA)	173	3164.54	21.46%
Necessary Non Value Added (NNVA)	198	11069.16	75.07%
Non Value Added (NVA)	23	511.86	3.47%
<b>Total</b>	<b>394</b>	<b>14745.56</b>	

Berdasarkan Tabel 5 waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses pada proses pembuatan sepatu adalah selama 14745,56 detik. Total aktivitas dalam proses ini sebanyak 394 aktivitas. Dari 394 aktivitas yang ada, 259 aktivitas merupakan aktivitas operasi, 71 aktivitas transportasi, 7 aktivitas inspeksi, 37 aktivitas *storage*, dan 20 aktivitas *delay*. Dari 394 aktivitas yang ada, 173 aktivitas diantaranya merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah (VA) dengan total waktu 3164,54 detik atau 21% dari total waktu. 198 diantaranya merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah namun dibutuhkan (NNVA) dengan total waktu 11069,16 detik atau 75% dari total waktu. 23 aktivitas diantaranya adalah aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) dengan total waktu sebesar 511,86 detik atau 3% dari total waktu.

### 3.4 Identifikasi Penyebab Pemborosan

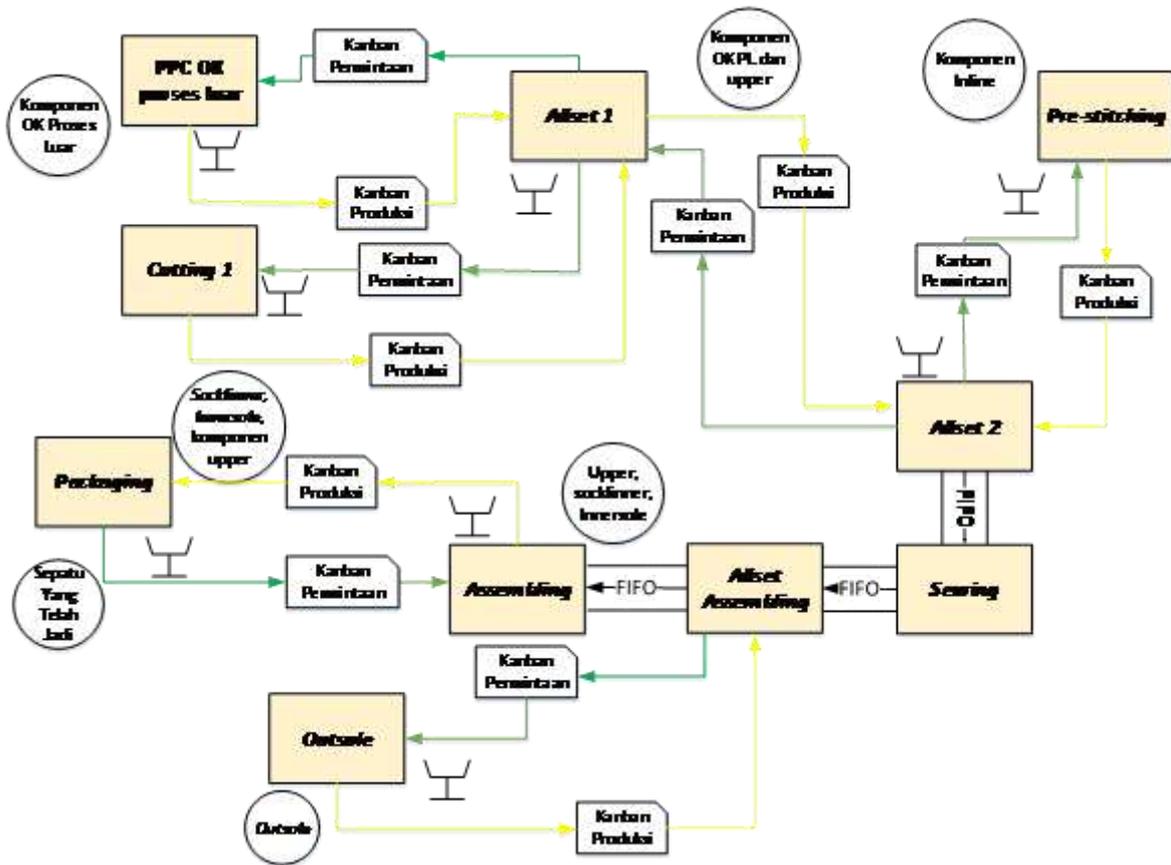
Pada PAM yang telah dibuat, diperoleh bahwa aktivitas penyimpanan (*storage*) memiliki persentase terbesar sebesar 65,60% dari total waktu untuk membuat 1 pasang sepatu. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi faktor-faktor yang kemungkinan menjadi penyebab dari aktivitas penyimpanan tersebut dengan menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).



Gambar 4 Diagram Tulang Ikan Penyebab Pemborosan Persediaan

### 3.5 Penerapan Sistem Kanban

Berdasarkan analisis kondisi saat ini, sistem *kanban* dilakukan agar jumlah persediaan pada area *supermarket* dan *inline sewing* serta *assembling* dapat terkendali dan sesuai dengan standar yang ada. Pada penelitian ini dilakukan penerapan *kanban* pada area *ppc ok* proses luar, *allset 1*, *allset 2*, dan *packaging*. Penerapan sistem ini merupakan penerapan sistem *just in time* yang dilakukan dengan mengganti sistem aliran informasi yang saat ini sedang digunakan pada sistem nyata dengan sistem *kanban*.



Gambar 5 Aliran Kanban Produksi Sepatu

**3.6 Analisis Implementasi Usulan Perbaikan**

Berdasarkan usulan yang diberikan pada perusahaan terhadap permasalahan pemborosan persediaan, usulan tersebut telah diimplementasikan dalam masa percobaan atau *trial* selama 11 hari dihitung sejak tanggal 15 Maret 2017 hingga 30 Maret 2017. Masa percobaan hanya dilakukan pada hari Senin hingga Jumat tidak termasuk hari Sabtu dan Minggu. Masa percobaan pada hari Sabtu tidak memungkinkan untuk dilakukan karena proses produksi hanya berlangsung selama setengah hari (5 jam), sedangkan pada hari Minggu proses produksi tidak berjalan. Dalam proses masa percobaan, dilakukan juga tahap *tracking* untuk mengetahui pergerakan atau perubahan jumlah persediaan setiap hari. Dengan mengimplementasikan usulan tersebut, jumlah persediaan menjadi berkurang dari kondisi aktual sebelumnya sehingga dirancang sebuah *future state value stream mapping*.

