

Rekayasa perbaikan proses produksi boneka dengan integrasi metode *line balancing* dan *value stream mapping*

Fut Tri Budi Ayu

Sales Departement, PT Ukirama Solusi Indonesia

E-mail: fut3ayu@gmail.com

Abstrak. Pradamas Toys adalah perusahaan industri kecil dan menengah dalam memproduksi boneka dengan bahan dasar kain yelvo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemborosan yang terdapat pada proses produksi boneka di Pradamas Toys dan memberikan usulan perbaikan proses produksi untuk meminimasi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi di Pradamas Toys. Penelitian ini menggunakan pendekatan *lean* dengan *tools value stream mapping* (VSM), pada awal penelitian dilakukan penggambaran *current state mapping* pada Pradamas Toys, setelah itu melakukan analisis masalah menggunakan *line balancing* untuk meratakan waktu siklus, *fishbone diagram* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab masalah produksi boneka dan identifikasi *waste* pada masing-masing proses produksi, kemudian melakukan analisis *5 Why* dan *5W1H* untuk memberikan usulan perbaikan proses produksi pada Pradamas Toys. Pada *current state mapping* waktu proses produksi sebesar 18,6032 menit dengan *lead time* sebesar 9 hari. Setelah melakukan perhitungan dan pemerataan waktu siklus dengan menggunakan *line balancing*, maka didapatkan usulan *future state mapping* untuk produksi boneka dengan waktu proses sebesar 14,7300 menit dan *lead time* sebesar 5 hari.

Kata kunci: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Line Balancing, Fishbone Diagram, 5W1H*

Abstract. Pradamas Toys is a small and medium industrial company in producing dolls with yelvo fabric base material. The purpose of this study is to know the waste in the puppet production process at Pradamas Toys and to propose improvement of production process to minimize waste and improve production process efficiency in Pradamas Toys. This research uses lean approach with value stream mapping (VSM) tools, at the beginning of the research done depiction of current state mapping on Pradamas Toys, after that do problem analysis using line balancing to leveling cycle time, fishbone diagram used to know factors causing production problem puppets and waste identification in each production process, then analyzed 5 Why and 5W1H to give suggestions for improvement of production process at Pradamas Toys. At current state mapping the production process time is 18.6032 minutes with a lead time of 9 days. After doing the calculation and equalization cycle time by using line balancing, then got the proposed future state mapping for doll production with process time of 14,7300 minutes and lead time of 5 days.

Keywords: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Line Balancing, Fishbone Diagram, 5W1H*

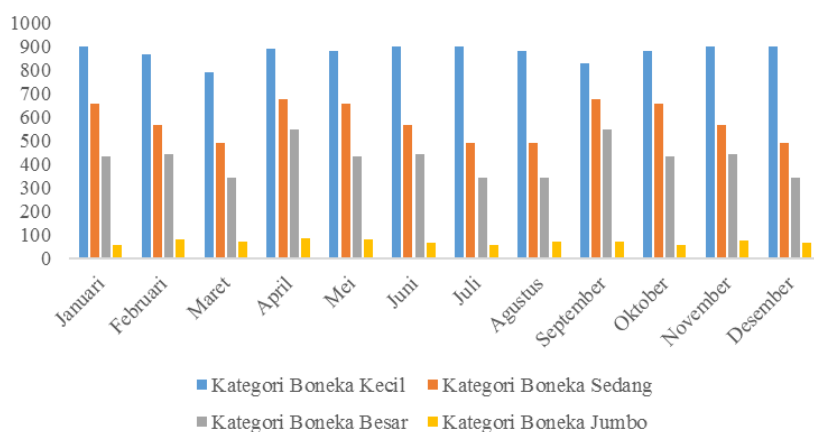
1 Pendahuluan

Industri Kecil dan Menengah (IKM) memegang peranan penting bagi perekonomian Indonesia, karena sektor ini dapat mengatasi permasalahan pemerataan dalam distribusi pendapatan antar wilayah. Selain itu IKM terbukti mampu bertahan dan terus berkembang di tengah krisis, karena pada umumnya sektor ini masih memanfaatkan sumberdaya lokal, baik itu untuk sumberdaya manusia, modal, bahan baku, hingga peralatan, artinya sebagian besar kebutuhan IKM tidak mengandalkan barang impor. Salah satu contohnya krisis yang terjadi pada tahun 1998, dimana justru pada saat itu IKM yang berorientasi ekspor mengalami *windfall profit* akibat depresiasi rupiah karena mereka mendapatkan penghasilan dalam dolar Amerika Serikat. IKM juga tidak terpengaruh oleh *credit crunch* karena pada umumnya sektor ini tidak ditopang dana pinjaman dari bank, melainkan dari dana sendiri untuk mengembangkan usahanya, sehingga tidak terlalu terpengaruh ketika terjadi krisis.

Industri boneka merupakan salah satu IKM yang bertumbuh kembang di Kota Bekasi dengan 300 IKM. Impian Kota Bekasi adalah membangun kampung sentra IKM boneka, yang berbasis di Bantargebang dengan harapan bisa menjadi tujuan wisata Kota Bekasi. Sebagai regulator, Disdagperin sangat mendukung dengan adanya hal ini karena dapat mengangkat kearifan lokal daerah tersebut. Bantargebang tidak lagi identik dengan sampah, selain memiliki pembangkit listrik tenaga sampah kedua di Indonesia, Bantargebang juga terdapat sentra IKM boneka. Kecamatan Bantargebang telah berkembang menjadi salah satu penyuplai boneka domestik.

Pembuatan boneka di salah satu kecamatan Kota Bekasi banyak dilakukan secara *home industry* meski ada pula yang telah membuka pabrik besar. Para Perajin boneka tersebut juga tergabung dalam wadah Himpunan Industri Kecil dan Perajin Boneka Kota Bekasi atau kerap disingkat HIKPB. Himpunan ini telah memiliki 8.000 anggota. *Puppet home industry* di Kecamatan Bantargebang terbagi menjadi tiga kelompok utama. Yang pertama adalah *home industry* yang mencakup usaha pembuatan boneka serta penjualan bahan baku, industri kedua mengkhususkan diri hanya pada proses pembuatan boneka, sedangkan industri rumahan ketiga bergerak pada bidang pemasok bahan baku serta pemasaran hasil industri.

Pemasaran Pradamas Toys saat ini sebanyak 80 persen untuk *Department Store* yaitu meliputi *Time Zone*, *Fun City*, *Fun World*, dan *Idol Mart*. Boneka yang paling tinggi permintaannya untuk pasar *Department Store* adalah boneka kategori ukuran kecil yaitu 7 inci. Alasannya adalah karena harga lebih terjangkau dan skala ukuran kecil sesuai untuk anak-anak usia 3 tahun sampai dengan 15 tahun. Penjualan tertinggi yaitu pada *Time Zone* yaitu sebanyak 900 pcs untuk satu kali pemesanan, kemudian berikutnya adalah pada *Fun World* yaitu sebanyak 750 pcs untuk satu kali pemesanan. Jumlah penjualan pada Pradamas Toys selengkapnya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Penjualan Boneka Pada Pradamas Toys Tahun 2016

Sumber: Data Perusahaan, 2017

Pradamas Toys telah menggunakan teknologi canggih. Industri boneka ini telah menggunakan mesin *border* dengan kapasitas 6 hingga 18 set. Meski demikian, sumber daya manusia tetap dilibatkan untuk menjaga kualitas. Proses produksi utama yang dilakukan dengan menggunakan sumber daya manusia ada 5 tahap dalam pembuatan boneka. Tahapan tersebut yaitu *cutting* atau memotong bahan sesuai pola, pencabutan pola komponen, *sewing* atau menjahit, *stuffing* atau pengisian badan boneka, serta *finishing* untuk mendapatkan bentuk boneka yang diinginkan.

Dalam proses produksi boneka di Pradamas Toys masih terdapat kegiatan *non value added* yang kadang kurang diperhatikan oleh perusahaan seperti proses produksi yang lama dan masih banyak kegiatan yang tidak menambah nilai seperti menunggu dan aktivitas yang tidak perlu, sehingga hal ini dapat menjadi sebab ketidakefisienan dalam produksi. Pemborosan (*waste*) yang dominan terjadi pada Pradamas Toys ditemukan pada proses penjahitan. Kegiatan ini terjadi dalam proses penjahitan setiap komponen pola boneka. Selain itu dalam proses penjahitan juga masih terdapat kegiatan menunggu, terlihat dari beberapa operator masih menunggu proses sebelumnya selesai.

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah 1) apa saja pemborosan yang terdapat pada proses produksi boneka di Pradamas Toys dan 2) bagaimana cara untuk meminimasi pemborosan yang terdapat pada proses produksi boneka di Pradamas Toys. Berdasarkan rumusan masalah yang ada, penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui pemborosan yang terdapat pada proses produksi boneka di Pradamas Toys dan 2) memberikan usulan perbaikan proses produksi untuk meminimasi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi di Pradamas Toys.

2 Kajian Pustaka

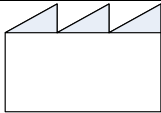

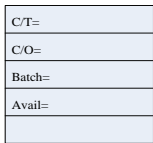



Lean Manufacturing



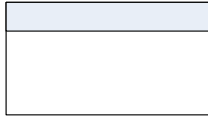
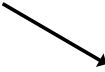





Toyota Production System merupakan dasar dari berbagai gerakan “lean production” yang telah mendominasi tren dalam berproduksi. Konsistensi kinerja Toyota yang luar biasa adalah hasil langsung dari keunggulan operasional (*operational excellence*). Toyota telah mengubah keunggulan operasional menjadi senjata strategis. Keunggulan operasional ini sebagian didasarkan pada alat-alat dan metode peningkatan kualitas yang diperkenalkan Toyota pada dunia manufaktur, seperti *just in time*, *kaizen*, *one-piece flow*, *jidoka* dan *heijunka*. Keberhasilannya terutama didasarkan pada kemampuannya untuk menumbuhkan kembangkan kepemimpinan, tim, dan budaya, untuk mencetuskan strategi, untuk membangun hubungan dengan pemasok, dan untuk mempertahankan organisasi yang sedang belajar (*learning organization*) (Liker, 2006).

Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah tindakan yang diperlukan untuk membawa produk melalui proses utama yang mengalir sampai kepada pelanggan dari setiap produk (Stamm & Neithertz, 2012). VSM dirancang untuk mengurangi *lead time*, membuat aliran produk, mengeliminasi *waste*, dan semuanya bertujuan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan biaya terendah dan kualitas terbaik (Nielsen, 2008). VSM seperti *blueprint* dari sebuah rumah, yang menjadi dasar untuk implementasi sistem agar menjadi *lean* dan dapat melihat sumber utama terjadinya *waste*. Tujuan lain pemetaan VSM adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang *value stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Mengambil langkah ditinjau dari segi *value stream* berarti bekerja dalam satu lingkup gambar yang besar (bukan proses-proses individual), dan memperbaiki keseluruhan aliran dan bukan hanya mengoptimalkan aliran secara sepotong-sepotong (Rother dan Shook, 2003). Beberapa simbol yang biasa digunakan untuk menyajikan *Value stream mapping* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Simbol dalam Value Stream Mapping

	Simbol	Keterangan
	 <p>Customer / Supplier</p>	Simbol ini melambangkan <i>supplier</i> jika diletakkan di kiri atas (titik awal aliran material) dan melambangkan pelanggan jika diletakkan di kanan atas (titik akhir aliran material).
Simbol Proses	 <p>Dedicated Process</p>	Simbol ini melambangkan suatu proses, mesin/departemen yang dilalui oleh material.
	 <p>Data Box</p>	Simbol ini melambangkan informasi atau data tambahan yang diperlukan dalam menganalisis dan mengobservasi sistem. Jenis informasi yang terdapat pada lambang ini dapat berupa <i>cycle time</i> , jumlah operator, dan lain-lain.
	 <p>Inventory</p>	Simbol ini melambangkan adanya persediaan di antara dua proses.
Simbol Material	 <p>Shipments</p>	Simbol ini melambangkan pergerakan bahan baku dari <i>supplier</i> ke pabrik atau pergerakan barang jadi dari pabrik ke konsumen.
	 <p>Push Arrow</p>	Simbol ini melambangkan dorongan material dari satu proses ke proses selanjutnya.

Simbol	Keterangan
 FIFO Lane	<p>Simbol ini melambangkan proses yang menggunakan sistem persediaan FIFO (<i>First-In-First-Out</i>) dan memiliki batas maksimum persediaan.</p>
 Safety Stock	<p>Simbol ini melambangkan jumlah persediaan tambahan (<i>safety stock</i>) untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan konsumen yang mendadak atau kegagalan sistem.</p>
 Production Control	<p>Simbol ini melambangkan pusat penjadwalan produksi atau pengendalian yang dilakukan oleh departemen, orang, atau operasi.</p>
 Manual Information	<p>Simbol ini melambangkan aliran informasi secara langsung melalui memo, laporan, atau percakapan.</p>
 Electronic Information	<p>Simbol ini melambangkan perpindahan informasi yang dilakukan melalui media elektronik seperti email, telepon, dan lain-lain.</p>
<p>Simbol Informasi</p>  Kaizen Burst	<p>Simbol ini digunakan untuk menyorot kebutuhan perbaikan dan merencanakan penerapan <i>kaizen</i>, yang penting untuk mencapai <i>future state map</i> dari sebuah <i>value stream</i>.</p>
 Operator	<p>Simbol ini melambangkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk memproses produk pada <i>workstation</i> tertentu.</p>
 Other Information	<p>Simbol ini melambangkan informasi tambahan yang perlu diberikan untuk menjelaskan sesuatu yang ditulis di <i>value stream mapping</i>.</p>
 Timeline	<p>Simbol ini melambangkan <i>timeline</i> yang menunjukkan <i>value added times (cycle times)</i> dan <i>non-value added times (wait)</i>. <i>Timeline</i> digunakan untuk menghitung <i>lead time</i> dan <i>total cycle time</i>.</p>

Sumber: Nielsen, 2008

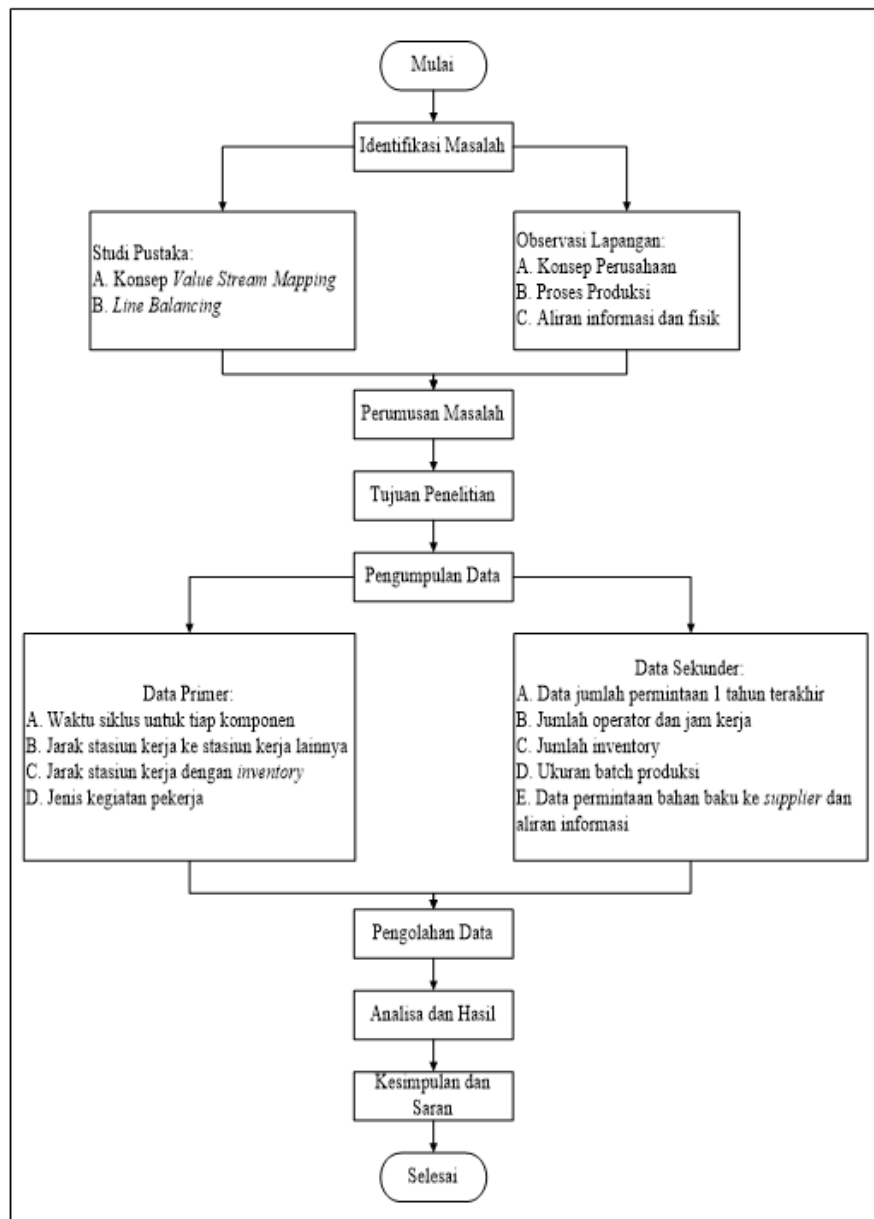
Value Added (VA) dan Non Value Added (NVA)

Pada produksi boneka terdapat 5 stasiun kerja dari masing-masing stasiun kerja tersebut terjadi aktivitas *value added* dan *non value added*, aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produksi boneka ini seperti pekerja menerima instruksi dan informasi yang jelas dari bagian PPIC mengenai produk yang dipesan oleh pelanggan dan pekerjaan apa saja yang harus dilakukan. Sedangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) pada produksi boneka ini seperti material yang digunakan pada proses produksi ini tidak digunakan secara maksimal, mengakibatkan material tersebut terbuang dan menjadi limbah. Sering terjadinya aktivitas pemindahan bahan baku dan komponen boneka dari stasiun kerja satu ke stasiun kerja lainnya, menunggu dan salah dalam proses produksi seperti pada pematangan komponen.

3 Metoda

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan penelitian deskriptif karena menggambarkan keadaan suatu proses sebelum dan setelah produksi. Kondisi saat ini menunjukkan bahwa proses produksi pada Pradamas Toys berjalan lambat dikarenakan proses masih dilakukan dengan manual sehingga waktu proses menjadi lama dan tidak efisien. Hal tersebut menimbulkan pemborosan dalam waktu produksi.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari Pradamas Toys melalui pengukuran waktu secara langsung dengan menggunakan *stopwatch*. Data ini digunakan untuk mengisi data *box* pada *current state mapping*. Data primer lainnya yang diambil ada data jarak perpindahan material dengan menggunakan meteran. Data sekunder yaitu data pendukung yang diperoleh dari sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Untuk melihat langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Langkah-langkah Penelitian

4 Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

1. Pemotongan Komponen Pola

Proses pemotongan komponen pola boneka pada boneka ukuran sedang yaitu berukuran 7 inchi dengan 20 komponen pola. Pada proses pemotongan komponen pola, pekerja yang melakukan aktivitasnya dengan berdiri didepan stasiun kerjanya yaitu meja berukuran besar yang akan diletakkan bahan boneka yaitu bahan kain yelvo (kain yang berbulu pendek dan bahannya lebih halus dari bahan velboa), kemudian bahan kain yelvo dipotong menjadi komponen boneka dengan cetakan komponen pola yang bersuhu panas tinggi yang secara rutin diatur suhu panasnya dengan alat regulator. Pemotongan komponen pola dilakukan secara terus menerus sampai semua bagian komponen pola selesai. Pada proses pemotongan pola terdapat 3 pekerja, dan masing-masing pekerja mengerjakan pemotongan komponen pola yang berbeda-beda kategori ukuran boneka.

2. Pencabutan Komponen Pola

Proses pencabutan komponen pola yaitu setelah komponen pola sudah dipotong selanjutnya dipisahkan dari komponen satu dengan yang lainnya karena hasil dari proses pemotongan komponen pola tidak secara sempurna langsung terpisah dari setiap komponennya. Proses pencabutan komponen masih dilakukan secara manual. Pada proses ini pekerja melakukan aktivitasnya dalam posisi duduk di lantai dan ada 2 pekerja yang bekerja melakukan pencabutan komponen pola dengan masing-masing komponen pola yang berbeda. Setelah komponen pola terpisah secara sempurna, komponen pola dipisahkan masing-masing setiap bagian.

3. Penjahitan Komponen Pola

Proses penjahitan komponen pola, pekerja melakukan aktivitas pekerjaannya dalam posisi duduk di atas kursi dengan menggunakan mesin jahit. Komponen pola yang sudah dipisahkan setiap bagiannya mulai di jahit untuk membentuk badan boneka. Penjahitan dimulai dari bagian badan, kemudian kaki dan tangan, terakhir seluruh bagian disambungkan dengan bagian kepala sampai membentuk kulit boneka dan penjahitan tidak sampai tertutup semua, disisakan lubang untuk pengisian dacron.

4. Pengisian Boneka

Proses pengisian boneka dilakukan oleh pekerja dalam posisi duduk dilantai dengan dacron di tengah-tengah pekerja. Pengisian dacron dilakukan oleh 5 pekerja, dan 1 pekerja melakukan pengecekan hasil pengisian dacron dan menimbang, apakah berat boneka sudah sesuai dengan ketentuan, yaitu pada boneka ukuran 7 inchi dengan 20 komponen, beratnya adalah 100 gram.

5. Penyelesaian Akhir Boneka

Pada proses penyelesaian akhir boneka, boneka dirapihkan hasil jahitannya, kemudian dijahit supaya lebih terbentuk bonekanya, setelah itu boneka diberi pita atau aksesoris sesuai dengan pesanan. Pada proses ini dilakukan oleh 8 pekerja, pekerja melakukan aktivitas pekerjaannya dengan duduk di atas kursi dengan meja kerja didepannya.

Tabel 2 Rekapitulasi waktu produksi penyelesaian akhir boneka

Elemen Pekerjaan	Pengamatan Ke-1 (Menit)	Pengamatan Ke-2 (Menit)	Pengamatan Ke-3 (Menit)	Rata-rata (Menit)
Menjahit Kepala Boneka	0,5000	0,5600	0,4900	0,5200
Menjahit Punggung Boneka	0,5800	0,5500	0,5900	0,5700
Menjahit Aksesoris Boneka	1,0200	1,0000	0,5900	0,8700
Merapihkan Benang Jahit	0,0900	0,0800	0,1000	0,0900
Σx				2,0500

Sumber: Data diolah, 2017

Identifikasi Waste

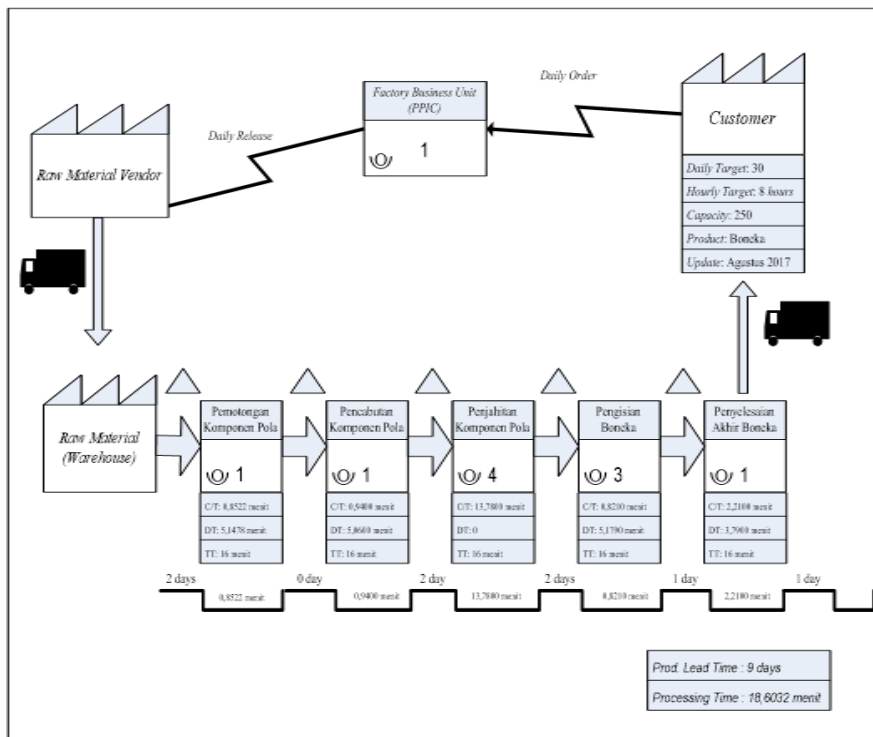
Pada Pradamas Toys, telah diketahui jumlah inventory yaitu sebesar 9 hari. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada masing-masing stasiun kerja dapat dikemukakan aktivitas yang tidak perlu terjadi, hal ini dapat mengakibatkan terlambatnya waktu produksi dan panjangnya lead time produksi boneka tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diidentifikasi waste dengan klasifikasi VA (value added), NVA (non value added), dan NVAN (non value added necessary) pada proses pemotongan komponen pola, pencabutan komponen pola, penjahitan komponen pola, pengisian boneka, penyelesaian akhir boneka. Setelah dilakukan proses identifikasi waste dan perhitungan waktu dari semua klasifikasi pada proses

produksi boneka, maka langkah selanjutnya adalah merekap hasil persentasi klasifikasi dan persentasi waktu dari setiap stasiun kerja produksi boneka. Rekapitulasi persentasi VA, NVA, dan NVAN produksi boneka pada Pradamas Toys dapat dilihat pada Tabel 3. Penggambaran *current state mapping* disajikan pada Gambar 3.

Tabel 3 Rekapitulasi persentase VA, NVA, dan NVAN produksi boneka

No.	Klasifikasi	Persentasi	Klasifikasi	Persentasi	Waktu (Menit)
1	VA	95	34,67%	14,8750	79,97%
2	NVA	48	17,52%	0,3290	1,77%
3	NVAN	131	47,81%	3,3992	18,28%
Total		274		18,6032	

Sumber: Data diolah, 2017



Gambar 3 Penggambaran *Current State Mapping*

Sumber: Data diolah, 2017

Tabel 4 Perhitungan *Value Added Ratio (VAR)*

No.	Stasiun Kerja	Total NVA Time (menit)	Total VA Time (menit)	Value Added Ratio (%)
1	Pemotongan Komponen Pola	0,1040	0,6060	85,35%
2	Pencabutan Komponen Pola	0,0450	0,8060	94,71%
3	Penjahitan Komponen Pola	0,1800	10,6000	98,33%
4	Pengisian Boneka	0	0,8130	100,00%
5	Penyelesaian Akhir Boneka	0	2,0500	100,00%

Sumber: Data diolah, 2017

Perhitungan Takt Time

$$Takt\ Time = \frac{Available\ working\ time\ per\ day}{Customer\ demand\ rate\ per\ day} = \frac{480}{30} = 16\ menit$$

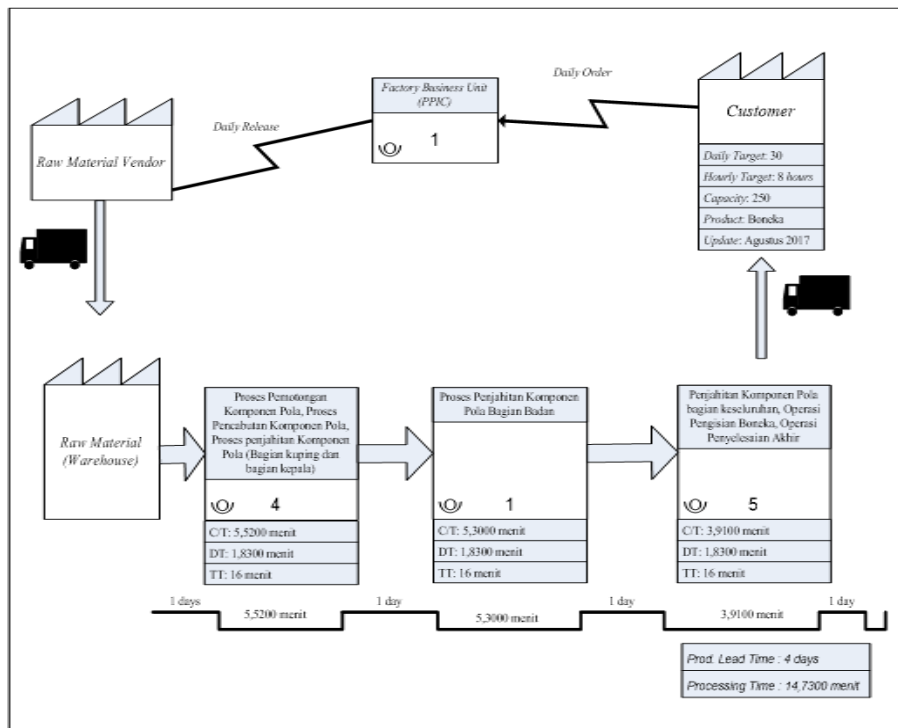
Pemerataan Waktu Siklus Menggunakan Line Balancing

Pada Tabel 5 disajikan perbandingan perhitungan *line balancing* dengan metode Kilbridge Wester (RA), Ranked Positional Weight (RPW), dan Larger Candidate Rule (LCR). Hasil *future state mapping* disajikan pada Gambar 4.

Tabel 5 Perhitungan Value Added Ratio (VAR)

Performansi	Awal	Usulan Dengan Metode Heuristik		
		RA	RPW	LCR
Jumlah Stasiun Kerja	5	3	3	3
	Stasiun I	Stasiun I	Stasiun I	Stasiun I
	1-20	1, 2, 3 (1,2)	1, 2, 3 (1,2)	1, 2, 3 (1,2)
	Stasiun II	Stasiun II	Stasiun II	Stasiun II
	1-20	3 (3)	3 (3)	3 (3)
	Stasiun III	Stasiun III	Stasiun III	Stasiun III
	1,2,3,4	3 (4), 4, 5	3 (4), 4, 5	3 (4), 4, 5
	Stasiun IV			
	1,2,3,4,5			
	Stasiun V			
	1,2,3,4			
Balanced Delay	72,99%	11,05%	11,05%	11,05%
Line Efficiency	62,01%	81,83%	81,83%	81,83%
Smoothness Index	25,1753	1,6250	1,6250	1,6250

Sumber: Data diolah, 2017



Gambar 4 Penggambaran *Future State Mapping*
Sumber: Data diolah, 2017

Berdasarkan gambar terjadi penurunan waktu proses produksi dan lead time pada Pradamas Toys, pada current state mapping waktu proses produksi yaitu sebesar 18,6032 menit dengan lead time 9 hari. Setelah melakukan perhitungan dan pemerataan waktu siklus dengan menggunakan line balancing, maka didapatkan usulan future state mapping untuk produksi boneka, dengan waktu proses sebesar 14,7300 menit dan lead time sebesar 5 hari.

5 Kesimpulan

Pemborosan-pemborosan yang terjadi di lantai produksi boneka mengakibatkan panjangnya *lead time* produksi yaitu sebesar 9 hari. Dengan menggunakan metode *line balancing*, dapat meratakan waktu siklus yang mengalami peningkatan atau waktu siklus yang berbeda sangat jauh pada masing-masing stasiun kerja. Setelah menggunakan *line balancing*, waktu siklus mengalami penurunan demikian jga dengan jumlah stasiun kerja berkurang dari 5 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja.

Waste yang dominan adalah gerakan (motion). Pada proses pemotongan komponen pola sering terjadi aktivitas pekerja mengambil plastik yang akan digunakan untuk menyimpan hasil pemotongan pola. Waste yang kedua terjadi pada inventory yaitu penumpukan barang setengah jadi (WIP) pada stasiun kerja pencabutan komponen pola diakibatkan oleh pekerja pada stasiun kerja tersebut melakukan pekerjaannya membutuhkan waktu yang sangat lama, hal tersebut dikarenakan hasil pemotongan komponen pola tidak maksimal sehingga komponen pola tidak terpisah secara sempurna pada setiap komponen-komponennya.

Penerapan line balancing berhasil menurunkan waktu proses produksi dan *lead time* pada *future state mapping* dari sebelumnya sebesar 18,6032 menit menjadi 14,7300 menit, sedangkan *lead time* setelah perbaikan menjadi 5 hari.

Referensi

- Alaca, H., & Ceylan, C. (2011). Value Chain Analysis using Value Stream Mapping: White Good Industry Application. In *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 22-24).
- Arditi, D., & Albulak, M. Z. (1986). Line-of-balance scheduling in pavement construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 112(3), 411-424.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Profil Industri Mikro dan Kecil Tahun 2015. Badan Pusat Statistik, Jakarta - Indonesia. <http://www.bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2015). Statistik Industri Manufaktur Produksi 2014. CV Petratama Persada. <http://www.bps.go.id>
- Bedworth, D. D., & Bailey, J. E. (1999). *Integrated production control systems: Management, analysis, design*. John Wiley & Sons, Inc.
- Buffa, E. S. (1961). *Modern production management*. Wiley.
- Cahyanti, E. R., Choiri, M., & Yuniarti, R. (2013). Pengurangan Waste pada Proses Produksi Botol X Menggunakan Metode Lean Sigma. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 1(1), 37-46.
- Chen, L. & Meng, B. (2010). The Application of Value Stream Mapping Based Lean Production System. *International Journal of Business and Management*, 5(6).
- Driscoll, D. L. (2011). *Introduction to Primary Research: Observations, Surveys, and Interviews*. Writing Spaces: Readings on Writing.
- Eow, T.C., Ahmed.S., & Dahari, M. (2014). Implementation of Value Stream Mapping (VSM) in SMEs – Identification of Waste for Continuous Improvement Manufacturing System Integration (MSI), Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia.
- Gaikwad, M., Shevade, D., & Krishna, B. P. (2016). Value Stream Mapping: A Case Study of an Assembly Line in an Automotive Industry. *Illumination*, 123(1).
- Goriwondo, MW., & Maunga, N., (2012). Lean Six Sigma Application for Sustainable Production: A Case Study for Margarine Production in Zimbabwe, *International Journal Innovative Technology and Exploring Engineering*, 1(5), 2278-3075.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, 3-43.

- Jared, Lovelle. 2001, Mapping the Value Stream. IEE Solutions.
- Jeong, B. K., & Yoon, T. E. (2016). Improving IT process management through value stream mapping approach: A case study. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 13(3), 389-404.
- King, P. L. (2009). *Lean for the Process Industries: Dealing with Complexity*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R., & Alvelos, H. M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1708-1720.
- Liker, J. & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J.K. (2006). *The Toyota way: 14 prinsip manajemen dari perusahaan manufaktur terbaik di dunia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lonnie, Wilson. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: McGraw Hill.
- Lumsden, P. (1968). *The line-of-balance method*. Pergamon Press Limited.
- Marendra, I, Gede. (2015). Penerapan Lean Manufacturing Dengan Menggunakan Value Stream Mapping (VSM) Untuk Meminimasi Waste (Studi kasus: PT. INDAH KIAT PULP & PAPER Tbk). Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercubuana.
- Murugesan, V. M., Rajenthirakumar, D., & Chandrasekar, M. (2016). Manufacturing process improvement using lean tools. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 14(2), 151.
- Nielsen, A. (2008). *Getting Started with Value Stream Mapping*. Salt Spring Island: Gardiner Nielsen Associates Inc.
- Rahayu, D. A. (2009). Building Model Of Basic Stability For Productivity Improvement Journey In PT. Dow Agrosciences Indonesia By Utilizing Value Stream Mapping (VSM) In Production Shop Floor (Master's thesis).
- Rajenthirakumar, D., Mohanram, P. V., & Harikarthik, S. G. (2011). Process cycle efficiency improvement through lean: a case study. *International Journal of Lean Thinking*, 2(1), 46-58.
- Ramesh, V., Prasad, K. S., & Srinivas, T. R. (2008). Implementation of a lean model for carrying out value stream mapping in a manufacturing industry. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 2(3), 180-196.
- Rother, M. & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge, Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Rother, M. & Shook, J. (2004). *Learning to see: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda version 1.4*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute.
- Sheth, P. P., Deshpande, V. A., & Kardani, H. R. (2014). Value stream mapping: a case study of automotive industry. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(1), 310-314.
- Sinulingga, S. (2013). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*.
- Smits, D. (2012). *Value Stream Mapping for SMEs: a case study*.
- Stamm, M., & Neitzert, T. (2008). Value stream mapping (VSM) in a manufacture-to-order small and medium enterprise.
- Stamm, M., & Neitzert, T. (2012). Value stream mapping (VSM) in a manufacture-to-order small and medium enterprise. School of Engineering. New Zealand.
- Suzaki, K. (2001). *Tantangan Industri Manufaktur Penerapan Perbaikan berkesinambungan*. Penerbit Eka Printers.
- Venkataraman, K., Ramnath, B. V., Kumar, V. M., & Elanchezian, C. (2014). Application of value stream mapping for reduction of cycle time in a machining process. *Procedia Materials Science*, 6, 1187-1196.
- Vinodh, S., Ruben, R. B., & Asokan, P. (2016). Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing: a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18(1), 279-295.