

RANCANG BANGUN MODEL *LEAN PRODUCTIVITY* DENGAN PENDEKATAN *OBJECTIVE MATRIX - VALUE STREAM MAPPING - ECRS* (STUDI KASUS: PT. X)

Muhammad Ichsan Fajrianto, Tiena G. Amran, Nora Azmi
Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Trisakti
averousave@gmail.com, tiena_amran@yahoo.com, noraazmi@yahoo.com

ABSTRAK

Original Equipment Manufacturers (OEM) merupakan model bisnis untuk menggunakan pihak ketiga sebagai subkontraktor atau pemasok bagian-bagian tertentu dalam rangka integrasi produk akhir. Pemasok OEM *platform* dibagi beberapa tingkatan. Pemasok tingkatan 1 (*tier 1*) adalah pemasok yang terbesar, *tier 1* memproduksi barang yang penting untuk perusahaan OEM. Perusahaan OEM *1st tier* tidak terlepas dari *waste* yang ada di perusahaan itu sendiri. Studi kasus dilakukan pada perusahaan manufaktur OEM *supplier tier 1* yang memproduksi *brake* untuk kendaraan roda 2 (*two wheels*). Besarnya kuantitas permintaan dari produsen sepeda motor (OEM) dan varian modelnya, serta masih terdapat *loss genba* (*waste*) di *shop-floor*, dan adanya *cost reduction yearly* dari perusahaan OEM. Maka, perlu dibuat sebuah model atau sistem untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Model yang dibuat berdasarkan prinsip *lean* yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan *waste* pada proses manufaktur dengan *tools Objective Matrix (OMAX)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS)* dimana *goal* akhir adalah peningkatan kinerja (produktivitas) perusahaan. Part yang dipilih untuk *improvement* adalah *line machining master cylinder 5P0*, dengan nilai produktivitas dasar OMAX adalah 300. Dilakukan analisa dengan VSM sebagai visualisasi *waste* yang terdapat pada *shop-floor* saat ini. Diperoleh *waste* yakni *motion*, *over process* dan *waiting*. Setelah dilakukan *analisis waste* yang ada, berikutnya adalah melakukan perbaikan menggunakan pendekatan ECRS. Perbaikan dilakukan menggunakan pendekatan ECRS. Hasil yang diperoleh gap waktu standar sebelum dan sesudah adalah 8.29 detik (atau turun sebesar 17%). Perbaikan yang dilakukan adalah *eliminate* proses *facing machining*, *combine tool* burrytori, *rearrange* penempatan material, *simplify* penempatan air minum di line. ECRS menunjukkan hasil menaikkan nilai produktivitas di bulan berikutnya sebesar 432, 959, 334, 770, 921, 959. Hasil lainnya adalah 4 bulan setelah aktivitas, *line machining* untuk kebutuhan *master cylinder 5P0* yang sebelumnya menggunakan 6 line direduksi menjadi 5 line (reduksi 1 line). Dari hasil pengujian *T-test* terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai produktivitas dasar terhadap nilai produktivitas setelah perbaikan.

Kata Kunci: OEM, Lean, VSM, ECRS, OMAX, Produktivitas

ABSTRACT

Original Equipment Manufacturers (OEM) is known as business model that use 3rd party as subcontractor or part supplier to develop integrated final product. OEM platform derives into several levels. 1st Tier is the biggest supplier and most important supplier for OEM company. 1st tier OEM still have waste in their shop-floor. Case study did in 1st tier supplier OEM company that produce brake system for two wheels company. Big volume for capacity production, kind of new model variant motorcycle, cost reduction target and waste in shop-floor 1st tier company make company have to create a model or system to increase company productivity. Model is created based on lean thinking, the purpose is to create model (lean productivity) that integrate objective matrix (OMAX), value stream mapping (VSM) and eliminate-combine-rearrange-simplify (ECRS) to increase company productivity. Machining line master cylinder 5P0 was chosen as pilot line improvement, current productivity was 300. VSM used for current shop-floor waste visualization, waste results were motion, over process and waiting. After waste were analysed, then improvements were did by ECRS approach. Improvements shop-floor were, eliminate: facing machining process, combine: burrytory tool, rearrange: placement material, simplify: placement drinking bottle in line. Improvement result

was gap standard time before and after 8.29 second (reduce 17%). ECRS approach can increase future productivity until 432, 959, 334, 770, 921 and 959. Others result, for master cylinder 5P0 could reduce 1 machining line (from 6 line to 5 line). To validate result productivity before and after was used T-test calculation. The result have different significance productivity between before and after improvement.

Keywords: OEM, Lean, VSM, ECRS, OMAX, Productivity.

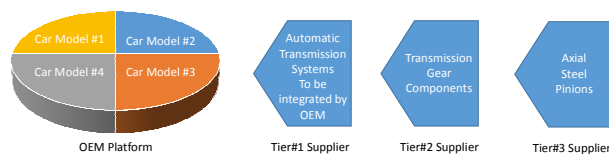
1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Persaingan pada dunia industri saat ini sangat berkembang sekali baik dalam industri jasa maupun industri manufaktur. Hal ini memacu para pelaku industri baik jasa maupun manufaktur untuk terus menerus meningkatkan performansi agar dapat terus berkompetisi.

Perusahaan OEM melakukan produksi produk atas nama perusahaan lain, setelah itu perusahaan pembeli memasarkan produk tersebut dibawah merek mereka sendiri (Papazoglou, 2012).

Pemasok OEM *platform* secara umum dibagi beberapa tingkatan, yakni *tier 1*, *tier 2* dan *tier 3* (O'brien, 2009). Lihat gambar 1:



Gambar 1. Skema O'brien

Peranan perusahaan *Original Equipment Manufacturer* (OEM) *Ist tier* dalam hieraki industri komponen otomotif sangatlah besar di industri manufaktur pasar global. Perusahaan OEM *Ist tier* tidak terlepas dari *waste* yang ada di perusahaan itu sendiri. Studi kasus dilakukan pada pemasok perusahaan manufaktur OEM *tier 1* yang memproduksi *brake* untuk kendaraan roda 2 (*two wheels*).

Waste tidak terlepas dari pola pikir lean. Pola pikir *lean* dapat ditemukan pada rantai produksi manufaktur perusahaan jepang dan diinovasi oleh *Toyota Motor Corporation* (Shingo, 1981, 1988; Monden, 1983; Ohno, 1988).

Pendekatan lean awalnya masih terbatas di komunitas manufaktur barat (*western manufacturing community*) sampai akhirnya terdapat *gap* kinerja antara Toyota dan

perusahaan mobil lainnya, dimana *gap* kinerja tersebut ditulis pada buku *The machine that changed the world* atau disebut term *lean production / lean manufacturing* (Womack et al., 1990). Setelah tahun 1990 berangsur-angsur terjadi pelebaran pola pikir lean bukan hanya pada rantai produksi. Proses pelebaran pola pikir tersebut memunculkan desain baru melalui "*lean principles*" (Womack dan Jones, 1996).

Menurut (Gasperz, 2007) *lean* adalah suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, wip, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Lean manufacturing merupakan tujuan fundamental dari *toyota production system* (TPS) yang bertujuan meminimasi *waste* secara terus menerus untuk memaksimalkan aliran barang Berdasarkan TPS 7 *waste* yang ada yakni *over production, waiting, transport, inappropriate processing, unnecessary inventory, waste of motion* dan *defects* (Hines dan Rich, 1997; Hines et al., 1999; Liker, 2006).

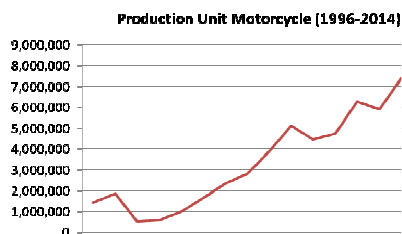
Terdapat beragam teknik dan *tools* untuk mengimplementasikan prinsip *lean* ke bidang industri. VSM adalah satu *tool* yang paling penting dalam penerapan lean manufaktur (Vinodh et al, 2013). VSM dapat digunakan untuk memvisualisasikan *waste* yang terdapat di *shop-floor*.

Waste yang ada pada rantai produksi dapat diatasi menggunakan prinsip ECRS (*eliminate, combine, rearrange, simplify*), dimana prinsip ECRS ini berdasar kepada teori *time study*. Frederick W. Taylor (1856-1915) adalah pionir dari teori *time study*, yang mana teori tersebut menjelaskan ketepatan jumlah pekerja dan alat yang dipakai untuk bekerja. Proses analisa dibagi beberapa pekerjaan

kemudian dihitung. Hasilnya menunjukkan bahwa Taylor dapat mereduksi waktu yang tidak berguna dan meningkatkan produktivitas. Prinsip ECRS adalah cara yang mudah untuk menurunkan *waste / loss*. *Eliminate* adalah menghilangkan 7 *waste* yang ada di lantai produksi. *Combine* adalah penggabungan beberapa pekerjaan, menurunkan waktu proses. *Rearrange* adalah aktivitas menurunkan pergerakan yang tidak dibutuhkan, misalnya menurunkan jarak berjalan antar pekerjaan. *Simplify* adalah aktivitas perbaikan kerja agar menjadi lebih mudah, terkadang jig dan fixture dibutuhkan untuk akurasi dan kenyamanan pekerjaan (Wajanawichakon dan Srimitee, 2012).

Goal dari Perbaikan aktivitas diatas adalah kenaikan kinerja atau kenaikan produktivitas. Untuk mengukur nilai produktivitas dapat menggunakan tool *objective matrix* (OMAX). *Objective Matrix* (Rigg dan Glenn, 1983) merupakan salah metode pengukuran kinerja multikriteria dengan indikator kinerja yang disesuaikan pada ukuran organisasi. *Objective Matrix* mampu menggabungkan beberapa nilai performansi dari berbagai indikator kinerja atau kriteria menjadi satu nilai performansi tunggal, sehingga gambaran performansi secara keseluruhan dapat dilihat lebih jelas. OMAX dilakukan dengan menetapkan kriteria produktivitas yakni kriteria efisiensi, kriteria efektifitas, kriteria inferensial (Fithri dan Firdaus, 2014).

PT. X merupakan perusahaan manufaktur OEM tier 1 yang memproduksi brake untuk kendaraan roda 2 (two wheels). Salah satu industri manufaktur yang berkembang pesat adalah industri otomotif roda dua, tingkat kenaikan jumlah produksi pada industri otomotif roda dua dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Jumlah Produksi Unit Motor di Indonesia (Sumber data: Aisi, 2014)

Meningkatnya jumlah produksi otomotif sepeda motor mempengaruhi pula suplai terhadap pasar OEM terutama OEM tier 1 sebagai pemasok utama perusahaan OEM. PT.

X sebagai OEM tier 1 diharapkan mampu meningkatkan kapasitas produksinya untuk memasok kebutuhan dalam negeri. Selain masalah kapasitas, terdapat pula banyak nya varian model baru setiap tahunnya yang harus dikerjakan oleh PT. X.

Tabel 1. Perkembangan Produk Yamaha Motor (OEM)

Nama	Periode	Nama	Periode
Yamaha RX King	1983 - 2007	Yamaha Jupiter MX	2006 - 2010
Yamaha Force 1	1992 - 1993	Yamaha V-Ixion	2007 - 2012
Yamaha F1Z	1994 - 1996	Yamaha Vega ZR	2008 - 2013
Yamaha Crypton	1996 - 2001	Yamaha New Jupiter ZZ	2009 - 2012
Yamaha F1ZR	1997 - 2003	Yamaha Byson	2010 - sekarang
Yamaha Vega	2001 - 2003	Yamaha New Jupiter MX	2010 - sekarang
Yamaha Scorpio	2001 - 2005	Yamaha Mio J	2012 - sekarang
Yamaha Jupiter	2001 - 2003	Yamaha Fino	2012 - 2014
Yamaha Nouvo	2003 - 2005	Yamaha Jupiter Z1	2012 - sekarang
Yamaha Vega R	2003 - 2005	Yamaha Soul GT	2012 - sekarang
Yamaha Jupiter Z	2003 - 2006	Yamaha Xeon RC	2012 - sekarang
Yamaha Mio	2005 - 2012	Yamaha New V-Ixion Lightning	2012 - sekarang
Yamaha Nouvo Z	2005 - 2008	Yamaha Mio GT	2013 - sekarang
Yamaha New Vega R	2005 - 2008	Yamaha X-Ride	2013 - sekarang
Yamaha New Jupiter Z	2006 - 2009	Yamaha Vega RR	2013 - sekarang
Yamaha Mio Soul	2007 - 2012	Yamaha Vega Force	2013 - sekarang
Yamaha Lexam	2010 - 2012	Yamaha Xeon GT125	2014 - sekarang
Yamaha Xeon	2010 - 2012	Yamaha Fino FI	2014 - sekarang
Yamaha Scorpio Z	2006 - sekarang	Yamaha R15	2014 - sekarang
		Yamaha R25	2014 - sekarang

Selain itu, setiap tahunnya PT. X diberikan target *cost down* sebesar 2% dari total *payment* oleh OEM, untuk mengatasi *annual CD* target tersebut menyebabkan PT. X harus meningkatkan kinerja perusahaan, dimana kenaikan kinerja tersebut sangat dibutuhkan oleh manajemen.

Dikarenakan besarnya kuantitas permintaan dari produsen sepeda motor (OEM) dan varian modelnya, serta masih terdapat *loss* genba (*waste*) di *shop-floor*, dan adanya *cost reduction* yearly dari perusahaan OEM. Maka, perlu dibuat sebuah model atau sistem untuk meningkatkan kinerja (produktivitas) perusahaan.

1.2. Perumusan Masalah

Manajemen perusahaan menginginkan kenaikan kapasitas produksi terkait dengan meningkatnya proyeksi penjualan OEM dan besarnya produksi *model* baru. Permasalahan berikutnya adalah target *cost down* dari perusahaan OEM (YIMM) dan masih terdapatnya *waste* pada *shop-floor* internal perusahaan. Maka, perlu dibuat sebuah model atau sistem untuk meningkatkan kinerja perusahaan.

1.3. Pembatasan Masalah dan Asumsi

Agar penelitian dapat memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian maka

dilakukan pembatasan masalah seperti yang terlihat di bawah ini:

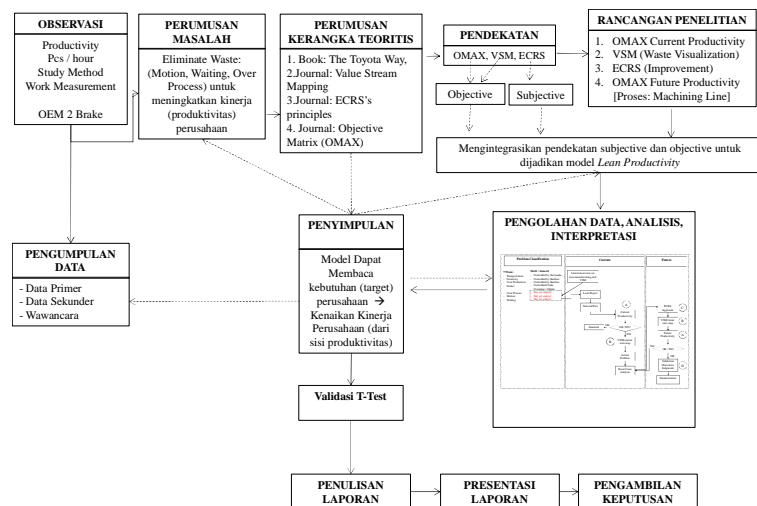
- Ruang lingkup penelitian terbatas pada proses produksi *line machining* produk *master cylinder 5P0*
- Penelitian merupakan aktivitas perbaikan yang sudah dilakukan sejak April 2015.
- Beberapa *kaizen* perbaikan (*improvement*) sudah terimplementasi di *shop-floor* perusahaan.
- Data yang dipakai pada OMAX, data jumlah tenaga kerja dan absensi kerja menggunakan data keseluruhan line yang dipakai untuk memproduksi *master cylinder 5P0*, selain itu menggunakan data 1 line pilot aktivitas *improvement*.
- *Waste* yang akan diimprove adalah *motion, waiting, over process*.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Merancang suatu model (*Lean Productivity*) yang mengintegrasikan *Objective Matrix* (Omax), *Value Stream Mapping* (VSM), *Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify* (ECRS) untuk meningkatkan kinerja (produktivitas) perusahaan.

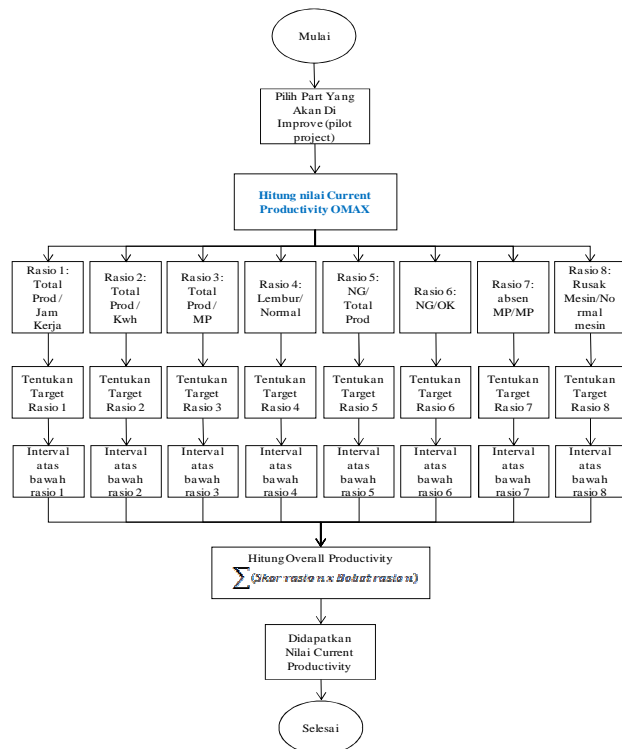
2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam perancangan model ini mengintegrasikan tools VSM, ECRS dan OMAX. Gambar 3 berikut adalah kerangka berpikir dari model *Lean Productivity*:



Gambar 3. Framework Penelitian

Berikut ini akan dijelaskan masing-masing diagram alir dari pendekatan-pendekatan tersebut. Dimulai dari diagram alir Nilai *Current Productivity* OMAX (lihat gambar 4).

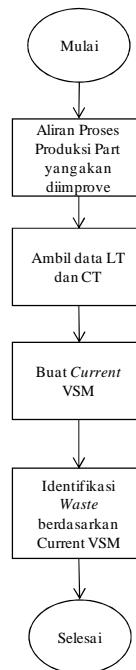


Gambar 4. Diagram Alir Nilai *Current Productivity* OMAX.

Nilai *current productivity* OMAX dimulai dari *selection part* yang akan dilakukan *improvement*. Setelah dilakukan pemilihan part, berikutnya adalah menghitung rasio 1 – rasio 8 dengan formulasi seperti yang dijelaskan gambar 4.

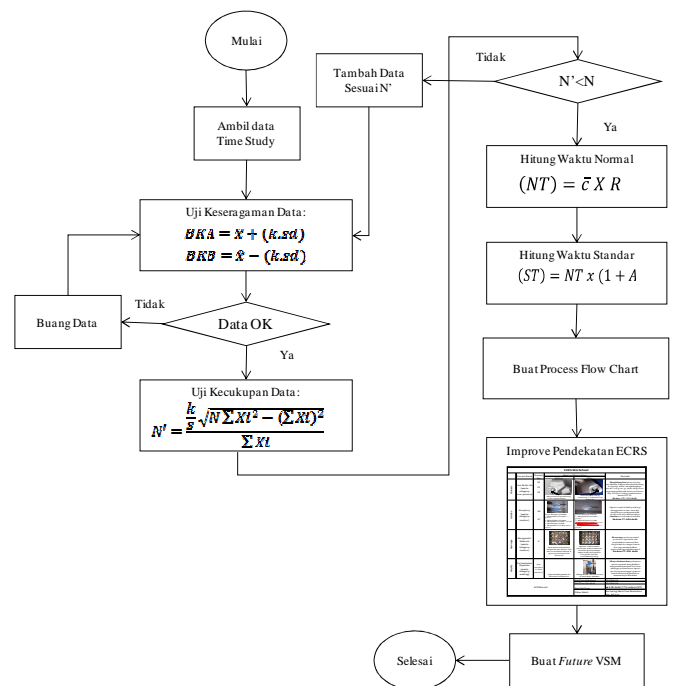
Hasil akhir dari perhitungan rasio tersebut adalah didapatkan nilai dari *current productivity* sebagai nilai dasar untuk dilakukannya *improvement*.

Setelah didapatkan nilai dasar produktivitas, berikutnya adalah melakukan visualisasi *waste* di *shop-floor* menggunakan *value stream mapping*.



Gambar 5. Diagram Alir *Current VSM*

Pembuatan *current VSM* dimulai dari membuat aliran proses yang ingin di *improve* kemudian masing-masing proses tersebut dianalisis mengenai ada atau tidaknya *waste* pada *shop-floor* tersebut (lihat gambar 5).

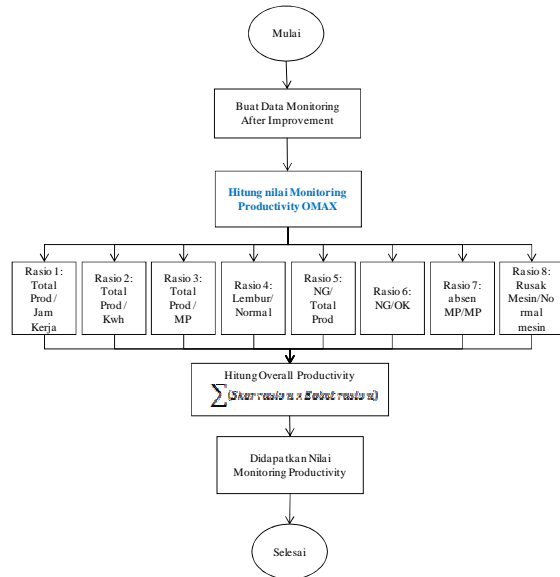


Gambar 6. Diagram Alir ECRS

Setelah dilakukan analisa *waste* pada *current VSM*, hal berikutnya adalah melakukan perbaikan menggunakan pendekatan ECRS (lihat gambar 6).

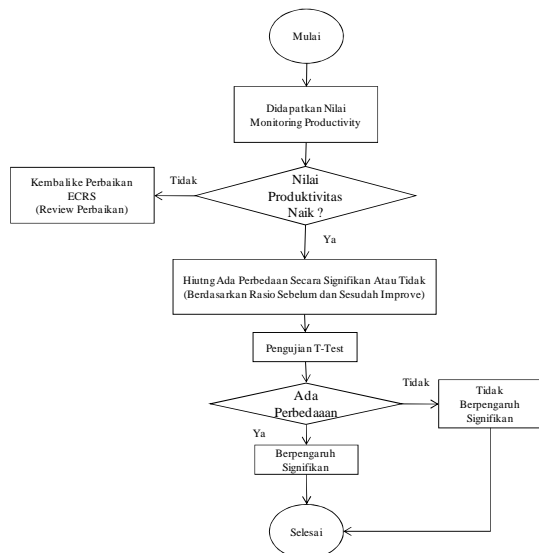
Pendekatan ECRS dimulai dari melakukan uji keseragaman dan uji kecukupan terhadap data rata-rata waktu siklus. Dengan menggunakan perhitungan teoritis *time study* maka akan didapatkan waktu standar yang sudah tervalidasi.

Output dari pendekatan ECRS adalah ide perbaikan terhadap *waste* yang ada.



Gambar 7. Diagram Alir Produktivitas Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan, berikutnya adalah menghitung pengaruh hasil perbaikan pada periode berikutnya (setelah perbaikan) dengan metode OMAX (lihat gambar 7).



Gambar 8. Monitoring Hasil Perbaikan dan Melihat Pengaruh Perbedaan Nilai

Setelah didapatkan nilai produktivitas setelah perbaikan, kemudian dilakukan pengujian data monitoring hasil perbaikan,

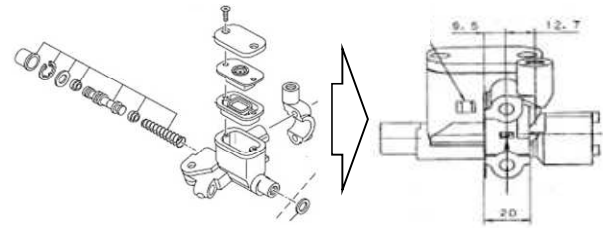
apakah terjadi kenaikan atau tidaknya dan mengecek apakah nilai produktivitas setelah perbaikan memiliki perbedaan secara signifikan dibandingkan nilai produktivitas awal, dengan menggunakan T-Test (lihat gambar 8).

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Data

No	Data	Observasi	Wawancara	Arsip	Kebutuhan literatur
1	Hasil produksi			<input type="checkbox"/>	OMAX
2	Produksi baik			<input type="checkbox"/>	
3	Produksi cacat			<input type="checkbox"/>	
4	Jumlah tenaga kerja			<input type="checkbox"/>	
5	Pemakaian kwh listrik			<input type="checkbox"/>	
6	Waktu kerja yang tersedia			<input type="checkbox"/>	
7	Waktu kerja lembur			<input type="checkbox"/>	
8	Absensi tenaga kerja			<input type="checkbox"/>	
9	Jumlah jam kerusakan mesin			<input type="checkbox"/>	
10	Jumlah jam kerja mesin normal			<input type="checkbox"/>	
11	Forecast Production			<input type="checkbox"/>	VSM
12	Aliran material	<input type="checkbox"/>			
13	Lead time	<input type="checkbox"/>			
14	Cycle time antar proses	<input type="checkbox"/>			
15	Waste	<input type="checkbox"/>			ECRS
16	Demand customer			<input type="checkbox"/>	
17	Aktivitas improvement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		



Gambar 10. Gambar Master Cylinder 5P0

3.2. Data Kebutuhan Produktivitas OMAX

Tabel 3. Data April-May 2015

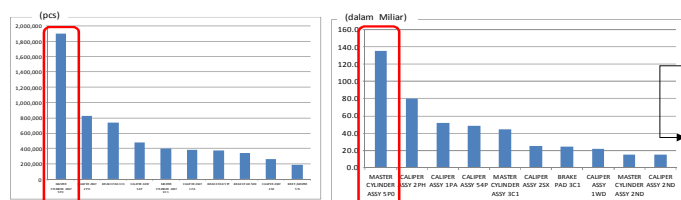
2015	A (unit)	B (unit)	C (unit)	D (Orang)	E (Kwh)	F (Jam)	G (Jam)	H (Orang)	I (Jam)	J (Jam)
April	30,991	30,742	249	276	4,715	471.5	41	8	84.1156	384.27
May	27,112	26,896	216	240	4,100	410	20.5	6	71.094	336.20

Dimana:

- A. Data hasil produksi
- B. Data produk baik
- C. Data produk yang diperbaiki / cacat
- D. Data jumlah tenaga kerja
- E. Data pemakaian Kwh listrik
- F. Data waktu kerja yang tersedia
- G. Data waktu kerja lembur
- H. Jumlah absensi tenaga kerja
- I. Data jumlah jam kerusakan mesin
- J. Data jumlah jam kerja mesin normal

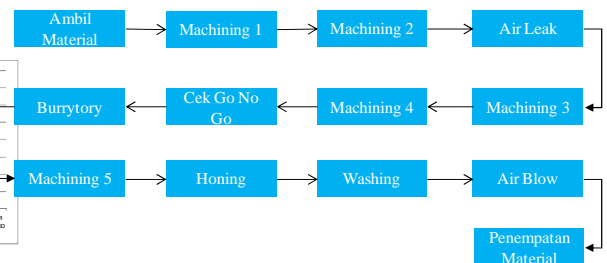
3.3. Data Kebutuhan VSM dan ECRS

3.1. Selection Part Improvement



Gambar 9. The Biggest Amount and Quantity

Part dan model yang akan dipilih, berdasarkan statistika deskriptif grafik batang. Hasilnya yakni kuantitas dan penjualan terbesar adalah part master cylinder model 5P0 (lihat gambar 9) dan line yang dipilih untuk perbaikan adalah machining line. Berikut adalah gambar dari master cylinder 5P0 (gambar 10):



Gambar 11. Aliran Proses Line Machining master Cylinder 5P0

Tabel 4. Rata-rata Waktu Siklus Tiap Proses

	CT
Ambil Material	0.31
Machining 1	3.65
Machining 2	2.70
Leak Test	2.09
Machining 3	4.97
Machining 4	4.02
Cek Go No Go	2.67
Burrtory	10.05
Machining 5	3.23
Honing	1.17
Washing	2.88
Air Blow	1.65
Penempatan Material	1.72

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Nilai dasar Current Productivity OMAX

Dengan menggunakan persamaan diagram alir gambar 4, maka diperoleh hasil perhitungan rasio adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rasio

	Rasio 1 (unit/jam)	Rasio 2 (unit/kwh)	Rasio 3 (unit/orang)	Rasio 4 (%)	Rasio 5 (%)	Rasio 6 (%)	Rasio 7 (%)	Rasio 8 (%)
April	65.7280	6.5728	112.2853	8.696%	0.803%	0.810%	2.899%	21.890%
Mei	66.1280	6.6128	112.9687	5.000%	0.798%	0.805%	2.500%	21.146%
Jumlah	131.86	13.19	225.25	13.696%	1.602%	1.615%	5.399%	43.036%
Nilai std awal	65.9280	6.5928	112.6270	6.848%	0.801%	0.807%	2.699%	21.518%
Nilai terburuk	65.7280	6.5728	112.2853	8.696%	0.803%	0.810%	2.899%	21.890%

Pada penentuan rasio ini akan menggunakan interpolasi pada level-level yang telah ditentukan yakni level 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Menentukan interval rasio terbagi atas 2 yaitu bagian atas digunakan untuk mencari nilai pada level 4, 5, 6, 7, 8, 9. Sedangkan untuk interval bawah digunakan untuk mencari nilai pada level 1 dan 2. Kemudian untuk level 0 merupakan hasil dari nilai terburuk dari hasil rasio yang telah ditentukan, kemudian pada level 3 merupakan hasil rata-rata dari rasio tersebut, lalu yang pada level 10 merupakan hasil dari nilai yang diharapkan

4.2. Membuat nilai tahap awal, target dan bobot produktivitas OMAX

Berdasarkan hasil perhitungan current productivity OMAX, hal berikutnya adalah memberikan target kenaikan masing-masing rasio.

Tabel 6. Target Aktifitas

Rasio	Nilai tahap awal (Apr – Mei 2015)	Target	Bobot	Remark Target
1	65.9280 unit / jam	70 unit / jam	15	Kenaikan nilai dari 65.9280 unit/jam menjadi 70 unit/jam (6.18%)
2	6.5928 unit / kwh	6.70 unit / kwh	12	Kenaikan nilai dari 6.5928 unit/kwh menjadi 6.7 unit/kwh (1.63%)
3	112.627 unit / orang	118 unit / orang	15	Kenaikan nilai dari 112.627 unit/orang menjadi 118 unit/orang (4.77%)
4	6.848%	5.000%	11	Penurunan persentase lembur dari 6.848% menjadi 5% (26.98%)
5	0.801%	0.750%	11	Penurunan persentase produk yang diperbaiki/total dari 0.801% menjadi 0.75% (6.35%)
6	0.807%	0.600%	12	Penurunan persentase produk yang diperbaiki/produk ok dari 0.807% menjadi 0.6% (25.68%)
7	2.699%	2.500%	13	Penurunan persentase absensi pekerja dari 2.699% menjadi 2.5% (7.38%)
8	21.518%	15.00%	11	Penurunan jam kerusakan mesin dari 21.518% menjadi 15% (30.29%)

Setelah dibuat target, kemudian menghitung interval atas dan bawah (lihat table 7)

Tabel 7. Interval atas - bawah

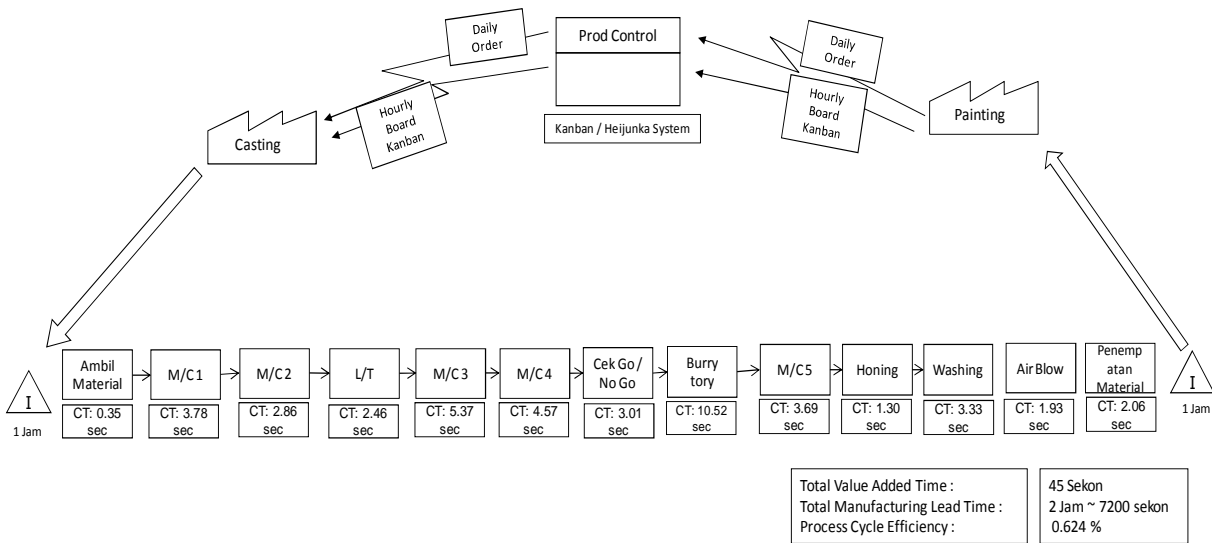
Interval	Rasio 1	Rasio 2	Rasio 3	Rasio 4	Rasio 5	Rasio 6	Rasio 7	Rasio 8
Atas	0.58171	0.01531	0.76757	0.264%	0.007%	0.030%	0.028%	0.931%
Bawah	0.06667	0.00667	0.11389	0.616%	0.001%	0.001%	0.066%	0.124%




Berdasarkan perumusan diagram alir gambar 4, maka diperoleh hasil nilai *current productivity* adalah “300” artinya nilai ini masih tergolong rendah dan merupakan nilai dasar (basis awal) sebagai pijakan untuk melakukan *improvement* dalam rangka meningkatkan nilai produktivitas.

Untuk melakukan peningkatan nilai produktivitas maka dilakukan analisa untuk menghilangkan atau mereduksi *waste* yang terdapat pada *shop-floor* menggunakan *current VSM*.

4.3. Current Value Stream Mapping

Dengan menggunakan current VSM didapatkan waste sebagai berikut (lihat gambar.12):



No	Proses	Deskripsi	Man Time (sec)	Machine Time (sec)	Visualisasi Waste	Kategori Waste
1	Ambil Material	Aktivitas mengambil part untuk diletakkan ke dalam mesin machining 1. Material tersebut berada pada box, kemudian diletakkan ke dalam mesin machining dimana dalam mesin machining tersebut terdapat jig untuk ditempati oleh material.	0.35		Waste yang terdapat pada kategori ini adalah; pada proses awal yakni proses ambil material dimana ketika proses ambil material ini dilakukan terdapat perpindahan material dari tangan kanan ke tangan kiri, dikarenakan belum standarnya pengaturan material yang terdapat pada box	 Motion
2	Machining 1	Proses permesinan awal terhadap part. Proses machining 1 memproses machining bagian cup surface dan thread hole	3.78	33.08		
3	Machining 2	Memproses machining bagian cylinder bore dan level gauge dari master cylinder	2.86	37.29		
4	Air Leak	Proses untuk mengetes kebocoran dari machining 1 dan machining 2	2.46	20.62		
5	Machining 3	Memproses machining bagian switch dan holder hole	5.37	31.24		
6	Machining 4	Memproses machining bagian stopper dan spring hole	4.57	34.61	Waste yang terdapat pada kategori ini adalah cek hole dengan go no go, ini dikarenakan terdapat proses machining pada area tersebut. Jika ditinjau secara fungsi, posisi area tersebut hanya posisi insert bolt, jaminan cek go no go untuk menjamin agar bolt dapat masuk	 Over Process
7	Cek Go No Go	Proses untuk mengecek dimensi hasil machining	3.01			
8	Burrytory	Menghilangkan burry yang terdapat pada bagian dalam hole (yang diakibatkan oleh proses permesinan sebelumnya). Proses burrytory ini menggunakan 3 tool untuk memprosesnya, yakni tool reamer, kikir dan tool baritori	10.52		Proses ini merupakan bottleneck pada line. Waste pada proses ini operator masih menggunakan satu-satu alat burrytory secara bergantian (mengambil dan meletakkan)	 Motion
9	Machining 5	Memproses machining bagian inlet oil hole	3.69	33.95		
10	Honing	Proses akhir dalam bidang permesinan (machining), honing berfungsi untuk menghaluskan lapisan bore hole	1.3	1.57		
11	Washing	Proses untuk membersihkan part dari scrap / chip hasil machining	3.33	29.91		
12	Air Blow	Proses membersihkan part dari sisa-sisa air setelah proses washing	1.93			
13	Penempatan Material	Proses menempatkan finish material ke dalam box	2.06			
Total			45.23	222.27		

Gambar 12. Current Value Stream Mapping dan Analisa Waste

4.4. ECRS

Dengan menggunakan diagram alir gambar 6. Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Uji Kecukupan Data

	BKB	BKA	N'	N	Data Cukup
Ambil Material	0.31	0.39	5.49	27	Ya
Machining 1	3.65	3.95	0.60	28	Ya
Machining 2	2.70	3.02	1.18	29	Ya
Leak Test	2.09	2.76	7.41	28	Ya
Machining 3	4.97	5.68	1.70	28	Ya
Machining 4	4.02	5.12	5.58	30	Ya
Cek Go No Go	2.67	3.37	5.14	29	Ya
Burrytory	10.05	10.92	0.66	28	Ya
Machining 5	3.23	4.24	7.09	28	Ya
Honing	1.17	1.42	3.64	27	Ya
Washing	2.88	3.78	7.05	30	Ya
Air Blow	1.65	2.24	8.78	29	Ya
Penempatan Material	1.72	2.37	9.58	29	Ya

Dan waktu standar sebagai berikut.

Tabel 9. Standard Time

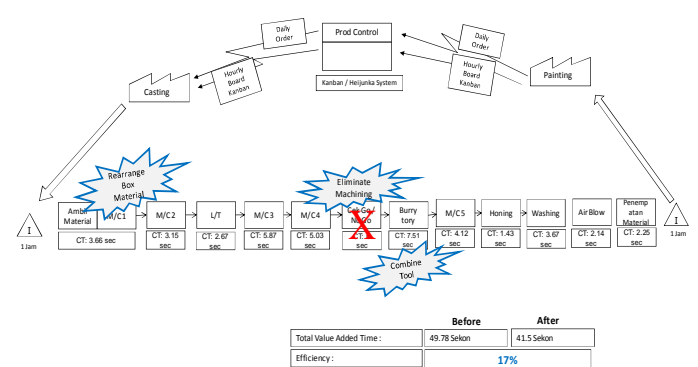
Proses	Average CT (sec) sebelum diuji	Average CT (sec) setelah diuji	Rating Factor	Normal Time (sec)	Allowance	Standard Time
Ambil Material	0.35	0.35	1.02	0.36	8%	0.39
Machining 1	3.78	3.80	1.02	3.87	8%	4.18
Machining 2	2.86	2.86	1.02	2.92	8%	3.15
Leak Test	2.46	2.43	1.02	2.48	8%	2.67
Machining 3	5.37	5.33	1.02	5.43	8%	5.87
Machining 4	4.57	4.57	1.02	4.66	8%	5.03
Cek Go No Go	3.01	3.02	1.02	3.08	8%	3.33
Burrytory	10.52	10.48	1.02	10.69	8%	11.55
Machining 5	3.69	3.74	1.02	3.81	8%	4.12
Honing	1.30	1.30	1.02	1.32	8%	1.43
Washing	3.33	3.33	1.02	3.39	8%	3.67
Air Blow	1.93	1.94	1.02	1.98	8%	2.14
Penempatan Material	2.06	2.04	1.02	2.09	8%	2.25

Berikutnya adalah compile aktifitas perbaikan menggunakan ECRS sheet activity (lihat gambar 13).

ECRS Worksheet					
	Process Name	Process No	Ideas or Observation		Remark
			Before	After	
Eliminate	Cek Go No Go (waste category: over process)	50			Menghilangkan proses facing machining dengan merubah drawing ke jepang, selain menghilangkan proses cek go no go pada shop-floor juga mengoptimalkan biaya sebesar Rp.100 juta /tahun. (sumber data internal PT.X). Reduce CT: 3.33 detik
		51			
		52	Ada proses facing machining -> Perlu Cek Go No Go	Tidak ada proses facing machining -> Tidak Perlu Cek Go No Go	
Combine	Burrytory (waste category: motion)	66			Operator sudah tidak perlu lagi menggunakan satu-satu alat, tetapi hanya perlu membalik posisi tools saja dikarenakan combine tool reamer dan kikir. Reduce CT: 4.04 detik
		67	Proses Burrytory Sebelum: 1. Mengambil tool reamer + proses 2. Meletakkan tool reamer 3. Mengambil tool kikir + proses 4. Meletakkan tool kikir 5. Mengambil Tool Burrytory + proses	Proses Burrytory Setelah: 1. Mengambil tool reamer + proses 2. Meletakkan tool reamer 3. Mengambil tool kikir + proses 4. Meletakkan tool kikir 5. Mengambil tool burrytory + proses	
Rearrange	Mengambil Material (waste category: motion)	4			Rearrange posisi material pada box agar tidak ada perpindahan material dari tangan kiri ke tangan kanan dan juga memudahkan operator mengambil material. Reduce CT: 0.91 detik
			Operator kesulitan ketika mengambil part dari box dan harus meletakkan material di jig karena posisinya tidak beraturan	Operator tidak kesulitan karena part sudah terata dan mendukung tangan dengan tangan kanan saja operator mengambil part dan meletakkannya di jig.	
Simplify	Perlambatan Operator (waste category: waiting)	(not mention in flow process)			Menyederhanakan pekerjaan operator untuk menghindari mengambil minum di area lain sehingga perlambatan seperti area kerja menunggu operator kembali dari mengambil air minum dapat direduksi No Facing Mach Cost Reduction #Rp. 100 Juta
			Operator Mengambil Air Minum di tempat lain	Menyediakan tempat minum di area kerja operator	
ECRS Result			Std Time Sebelum	49.78 detik	
			Std Time Sesudah	41.49 detik	
			Gap Std Time	▲ 8.29 detik (17% reduce ST)	
			Other Merit	No Facing Mach Cost Reduction #Rp. 100 Juta	

Gambar 13. Pendekatan ECRS

Hasil dari perbaikan adalah menurunkan nilai CT sebesar 17% dari 49.78 detik menjadi 41.5 detik.

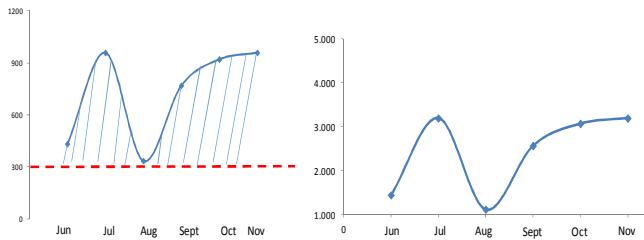


Gambar 14. Future VSM

Dari future state map pun dapat dilihat hasil perbaikan menghilangkan 1 proses, yakni proses cek go no go (lihat gambar 14).

4.5. Monitoring perbaikan

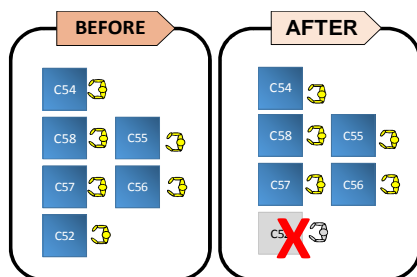
Berdasarkan diagram alir 7. maka hasil perbaikan memiliki pengaruh sebagai berikut (gambar 15):



Gambar 15. Grafik Nilai Produktivitas Setelah Perbaikan

Dari gambar dapat dilihat bahwa setelah perbaikan produktivitas menunjukkan nilai >300.

Kurva mengalami stabil setelah 4 bulan aktivitas yakni dimulai dari September, Oktober dan November 2015. Implikasinya adalah 4 bulan setelah aktivitas (sejak bulan September / Oktober 2015) line machining untuk kebutuhan master cylinder 5P0 yang sebelumnya menggunakan 6 line dapat direduksi hanya menggunakan 5 line (gambar 16).



Gambar 16. Reduksi Line

Hal berikutnya adalah dengan menggunakan minitab, kemudian dihitung adakah perbedaan secara signifikan nilai dasar dengan bulan september, oktober dan november 2015.

Hasil dari minitab menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai dasar (April-Mei 2015) terhadap bulan September, Oktober dan November 2015.

Tabel 10. Hasil perhitungan T-Test

	Sept	Oct	Nov
Nilai dasar	0.005	0.000	0.000
H0	Reject	Reject	Reject
H1	Accepted	Accepted	Accepted

5. KESIMPULAN dan SARAN

Part yang dipilih untuk improvement adalah *line machining master cylinder 5P0*. Dengan menggunakan perhitungan OMAX *current productivity*, nilai *current productivity* yang diperoleh adalah 300. *Current state value stream mapping* digunakan sebagai *tool* visualisasi *waste* yang ada pada *shop-floor* saat ini, Setelah dilakukan analisa, diperoleh *waste* yakni *motion, over process dan waiting*. *Waste motion* yang terdapat pada *shop-floor* adalah terdapat perpindahan tangan kanan ke tangan kiri dikarenakan penempatan material pada box tidak standar (sehingga diperlukan *adjustable* posisi material di tangan). *Waste motion* lainnya adalah penggunaan tool burrytory, dimana gerakan mengambil dan meletakkan tool dilakukan satu persatu berdasarkan jumlah *tools*. Berikutnya adalah *waste over process*, dimana terdapat posisi / bagian part yang di *facing machining* sehingga harus dilakukan cek go no go. Secara *value* sebenarnya posisi tersebut tidak perlu di proses machining dikarenakan tertutup oleh benda lain dan tidak mengganggu fungsi. *Waste* lainnya adalah *waiting*, dimana *line* mengalami perlambatan dikarenakan operator mengambil air minum pada area lain karena tidak adanya penempatan air minum didekat *line machining*.

Setelah dilakukan *analisis waste* yang ada, berikutnya adalah melakukan perbaikan menggunakan pendekatan ECRS. Sebelum dilakukan Pendekatan ECRS ini data yang ada diuji kecukupan datanya. Perbaikan dilakukan menggunakan pendekatan ECRS. Hasilnya, gap waktu standar sebelum dan sesudah adalah 8.29 detik (atau turun sebesar 17%). Perbaikan yang dilakukan adalah *eliminate* proses facing machining sehingga tidak diperlukan cek go no go. *Combine tool* burrytori sehingga menghilangkan proses mengambil dan meletakkan *tool*. *Rearrange* penempatan material yang bertujuan menghilangkan gerakan tidak perlu memindahkan *material* dari tangan kanan ke tangan kiri. *Simplify* untuk mereduksi perlambatan operator dari mengambil air tempat minum di area lain. Dari perbaikan tersebut terlihat pula pada VSM Future bahwa proses *cek go no go* di *line machining* menjadi tidak ada (dihilangkan).

Hasil ECRS pun menunjukkan hasil bahwa aktivitas perbaikan menaikkan nilai produktivitas di bulan setelahnya. Menjadi 432, 959, 334, 770, 921, dan 959.

Kurva mengalami stabil setelah 4 bulan aktivitas, implikasinya adalah 4 bulan setelah aktivitas line *machining* untuk kebutuhan *master cylinder* 5P0 yang sebelumnya menggunakan 6 line dapat direduksi hanya menggunakan 5 line (reduksi 1 line). Pengujian dilakukan untuk mengecek perbedaan produktivitas nilai dasar dan setelah perbaikan. Hasil dari minitab menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan.

Beberapa saran dan rekomendasi yang bisa diberikan oleh peneliti dari hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain:

1. Model lean produktivitas ini dapat digunakan oleh perusahaan untuk menentukan nilai produktivitas yang diinginkan oleh perusahaan. Dikarenakan model ini sudah mencakup efisiensi, efektifitas serta inferensialnya.
2. Perlu diperluas lagi variabel-variabel yang digunakan untuk menghitung nilai produktivitas agar nilai produktivitas semakin kuat. Untuk mempelajari *waste* diperlukan pengetahuan terhadap proses yang kuat terlebih dahulu. Serta, untuk mempermudah menjalankan model, maka dapat dibuatkan *IT system* yang terkait terhadap model *lean productivity* ini.
3. 3 *gen* diperlukan untuk memahami *shop-floor* yakni *shop floor (genba)*, *the actual product (genbutsu)*, *the facts (genjitsu)*. Kunci sukses *kaizen (continuous improvement)* adalah pergi dan lihat *shop-floor*, mengecek aktual produk yang ingin *dikaizen* dan mendapatkan fakta yang ada di *shop-floor*.
4. Bagi industri manufaktur, model lean produktivitas ini dapat digunakan untuk mengontrol produktivitas yang ada pada *shop-floor* terutama industri manufaktur seperti OEM dan *tier nya*, elektronik, *foods and beverages* dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

Alvarez, R., Calvo, R., Pena, M.M. dan Domingo, R. (2009), Redesigning an assembly line through lean manufacturing tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43, 949-958.

Fanani, Z., & Singgih, M.L. (2011). Implementasi lean manufacturing untuk peningkatan produktivitas. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*. Universitas ITS. Surabaya.

Felix, G.H., & Riggs, J.L. (1983). Productivity Measurement by Objectives. *Oregon Productivity Review*

Fithri, P., Firdaus, I. (2014). Analisis produktivitas menggunakan metode Objective Matrix. *Jurnal Optimasi Sistem Industri* 13(1), 548-555.

Gasperz, V. (2007). *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Gupta, R., & Dey, S.K. (2010). Development of a productivity measurement model for tea industry. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(12).

Heizer, J., & Render, B. (2006), *Operation Management* (8th ed.). New Jersey: Prentice Hall

Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46-64.

Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. UK: Cardiff Business School.

Hines, P., Holweg, M., Rich, N. (2004). Learning to evolve. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994-1011.

Hines, P., Rich, N. and Esain, A. (1999), Value stream mapping a distribution industry application, *Benchmarking International Journal*, 6(1), 60-77.

Khrishna Jasti, N., & Sharma, A. (2014). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89-116.

Kornfeld, B., & Kara, S. (2013). Selection of lean and six sigma projects in industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(1), 4-16.

Liker, J. (2006). *The Toyota Way*. Jakarta: Erlangga.

Measuring productivity, OECD manual, Measurement of Aggregate and industry level productivity growth, www.sourceOECD.org

Monden, Y. (1983), *The Toyota Production System*, Productivity Press, Portland, OR.

Nayak, B. (2006). *Lean Manufacturing and Value Management, Convergence of Divergence Tools*.

Ohno, T. (1988), *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, Portland, OR.

- O'Brien, S., Lae, E. (2009). *Research automotive parts manufacturers*. RBC capital markets.
- Ongkunaruk, P., Wongsatit, W. (2014). An ECRS-based line balancing concept: a case study of a frozen chicken producer. *Business Process Management Journal*, 20(5), 678-692.
- Papazoglou, MP., (2012). *Web Services & SOA: Principle & Technology* (2th ed.). Prentice Hall, Pearson.
- Ruiz, P., De., Arbulo and Lopez Lopez, P., & Arbos, J. (2013). Lean Manufacturing : Costing The Value Stream. *Industrial Management and Data System*, 113(5), 647-668.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. and Minkarah, I. (2006), Lean construction: from theory to implementation, *Journal of Management Engineering*. 22(4), 168-175.
- Sandras, W.A. (1989), *Just-in-Time: Making it Happen*. Unleashing the Power of Continuous Improvement, John Wiley & Sons, New York, NY
- Schonberger, R.J. (1982). *Japanese Manufacturing Techniques*, The Free Press, New York, NY.
- Shah, R. and Ward, P.T. (2007), *Defining and developing measures of lean production*, *Journal of Operations Management*, 25, 785-805
- Shingo, S. (1981), *Study of the Toyota Production Systems*, Japan Management Association, Tokyo.
- Shingo, S. (1988), *Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement*, Productivity Press, Cambridge, MA.
- Singh, H., & Singh, A. (2013). Application of lean manufacturing using value stream mapping in an auto-parts manufacturing unit. *Journal of Advances in Management Research*, 10(1), 72-84.
- Slack, N., Stuart, C., & Johnston, R. (2010). *Operation Management* (6th ed.). London: Prentice Hall.
- Vinodh, S., Arvind, K., & Somanaathan, M. (2010). Application of Value Stream Mapping In An Indian Camshaft Manufacturing Organisation. *Manufacturing Technology Management*, 21(7), 888-900.
- Vinodh, S., Somanaathan, M., & Arvind, K. (2013). Development of value stream map for achieving leanness in a manufacturing organization. *Journal of Engineering Design and Technology*, 11(2), 129-141.
- Wajanawichakon, K., & Srimitee, C. (2012). ECRS's principles for drinking water production plant. *IOSR Journal of Engineering*, 2(5), 956-960.
- Womack, J. and Jones, D.T. (1996), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation*, Simon and Schuster, New York, NY.
- Womack, J., Jones, D.T. and Roos, D. (1990), *The Machine That Changed the World*, Rawson Associates, New York, NY

