

ANALISIS PROSES PRODUKSI GAS COALESCER FILTER MENGUNAKAN METODE LEAN MANUFACTURING DAN SIMULASI

Evi Febianti[†], Kulsum, Michael Fransisco Sinaga

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jend. Sudirman Km.3 Cilegon, Banten 42435

evifebianti@yahoo.com, kulsum.ti@gmail.com, michaelfrnsinaga@gmail.com

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang pengolahan baja, salah satu produk nya adalah Gas Coalescer Filter. Dalam proses pembuatan Gas Coalescer Filter masih banyak pemborosan (waste) ataupun aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (value added), oleh karena itu dalam proses produksi tersebut perlu dilakukan pengurangan aktivitas yang termasuk waste. Penelitian ini dilakukan untuk mereduksi maupun mengeliminasi aktivitas yang termasuk waste sehingga meningkatkan Process Cycle Efficiency (PCE). Pendekatan Lean Manufacturing digunakan untuk mereduksi atau mengeliminasi waste yang terjadi. Langkah pertama adalah menentukan pembobotan waste yang terjadi pada proses produksi Gas Coalescer Filter yang hasilnya digunakan untuk perhitungan matriks pada Value Stream Analysis Tools (VALSAT), selanjutnya dibuat Process Activity Mapping (PAM) untuk mengkategorikan masing-masing aktivitas kedalam kategori value added, necessary non value added dan non value added activity. Peningkatan PCE dilakukan dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah berdasarkan hasil brainstorming dengan pihak perusahaan yang hasilnya akan disimulasikan menggunakan software ProModel 2001. Berdasarkan hasil perbaikan, nilai PCE meningkat sebesar 6,553% dari 74,695% menjadi 81,228% dan Manufacturing Lead Time mengalami penurunan dari 328,67 jam menjadi 271,253 jam.

Kata Kunci : *Lean Manufacturing, Process Cycle Efficiency, Seven Waste, Simulasi ProMode, Value Added*

[†] Corresponding Author

1. PENDAHULUAN

Perkembangan manufaktur kelas dunia menantang setiap perusahaan untuk mengembangkan perusahaannya. Sehingga perusahaan-perusahaan manufaktur dituntut untuk dapat mengelola proses produksinya agar lebih efisien dan efektif dalam memenuhi ekspektasi dari pelanggan. Di dalam usaha peningkatan produktivitasnya, perusahaan harus mengetahui segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang dapat memberikan nilai tambah dimata konsumen (*value added*), mengurangi berbagai pemborosan (*waste*), dan memperpendek *lead time* (Setiyawan, 2013).

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang pengolahan baja. Salah satu produknya adalah *Gas Coalescer Filter*, produk ini banyak dipesan oleh perusahaan penyedia peralatan dan suku cadang dalam bidang minyak dan gas di Indonesia maupun luar negeri. Sejatinya, dalam proses pembuatan *Gas Coalescer Filter* masih banyak hambatan ataupun aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*value added*).

Permasalahan yang ada pada proses produksi *Gas Coalescer Filter* yaitu aktivitas *setup* stasiun yang cukup memakan waktu, mesin *rolling* yang sudah tua sehingga prosesnya lebih lama, kurangnya *welder* yang bertugas untuk melakukan pengelasan aksesoris eksternal dan internal serta pengelasan *nozzle* pada stasiun *assembly*, dan proses *review* MDR yang tidak efektif.

Dilihat dari permasalahan tersebut tentu menyebabkan *lead time* produksi yang panjang pada proses produksi *Gas Coalescer Filter*. Identifikasi aktivitas atau kegiatan yang ada pada proses *Gas Coalescer Filter* tentu sangat perlu dilakukan dalam mengurangi *waste* dan meningkatkan efektifitas juga efisiensi proses. Dengan permasalahan tersebut metode terpilih guna mengidentifikasi aktivitas untuk mereduksi *waste* adalah *lean manufacturing*. Konsep *lean manufacturing* ini diharapkan dapat memperbaiki sistem produksi dengan meminimasi atau mengeliminasi *waste*, menurunkan *lead time* dan meningkatkan produktivitas sebuah industri manufaktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam menunjang penelitian yaitu definisi *lean manufacturing*, definisi *lean thinking*, *seven waste*, VALSAT, *Process Activity Mapping* (PAM), *Big Picture Mapping* (BPM), simulasi ProModel dan *Process Cycle Efficiency* (PCE).

2.1 Lean Manufacturing

Lean manufacturing didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan dalam industri manufaktur (Gasperz, 2007). Konsep ini merupakan konsep adopsi dari sistem produksi Toyota Motor Corporation di Jepang dengan tujuan untuk meningkatkan nilai tambah kerja dengan menghilangkan *waste* dan mengurangi pekerjaan yang tidak perlu, biaya yang lebih rendah, kualitas yang lebih tinggi dan *lead time* yang lebih pendek.

2.2 Lean Thinking

Pada dasarnya konsep *Lean* adalah konsep perampingan atau efisiensi yang dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur maupun jasa. *Lean* dirintis oleh Taiichi Ohno dan Shigeo Shingo dimana implementasi dari konsep *lean* didasarkan pada 5 prinsip utama (Hines & Taylor, 2000) yaitu:

1. *Specify*
Menentukan apa yang dapat memberikan nilai dari suatu produk atau jasa yang dilihat dari sudut pandang konsumen, bukan dari sudut pandang perusahaan atau departemen itu sendiri.
2. *Identify whole value stream*
Mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan, dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan *value stream* untuk menemukan atau menyoroti pemborosan yang tidak bernilai tambah.
3. *Flow*
Melakukan aktivitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses pengerjaan ulang, aliran balik, aktivitas menunggu (*waiting*) atau sisa produksi.

4. *Pulled*

Mengetahui aktivitas-aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh konsumen.

5. *Perfection*

Berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) secara bertahap dan berkelanjutan.

2.3 Seven Waste

Waste dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas atau kegiatan kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam transformasi proses *input* menjadi *output* sepanjang aliran proses dari hulu ke hilir. Ada 7 macam *waste* yang didefinisikan menurut Shigeo Shingo (Hines & Taylor, 2000) yaitu *overproduction*, *defects*, *unnecessary inventory*, *inappropriate processing*, *excessive transportation*, *waiting* dan yang terakhir *unnecessary motion*.

Ada 3 jenis aktivitas dalam *waste* yang didefinisikan menurut Hines & Taylor (2000):

1. *Value adding activity* (VA)

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah dimata konsumen.

2. *Non-value adding activity* (NVA)

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah yang disebut *waste* yang harus dijadikan target untuk segera dihilangkan.

3. *Necessary non value adding activity* (NNVA)

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas ini biasanya sulit untuk dihilangkan dalam waktu singkat, sehingga harus dijadikan target untuk melakukan perubahan dalam jangka waktu yang cukup lama.

2.4 VALSAT

VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) merupakan suatu tools yang digunakan untuk memetakan *value stream* secara detail *waste* yang ada pada aliran nilai. Terdapat 7 (tujuh) detail *mapping tools* yang bermanfaat untuk memetakan *waste*. Masing – masing tools mempunyai bobot *low*, *medium* dan *high* sesuai

ketentuan peringkatnya. VALSAT merupakan sebuah pendekatan yang digunakan dengan melakukan pembobotan *waste-waste*, kemudian dari pembobotan tersebut dilakukan pemilihan terhadap *tool* dengan menggunakan matrik (Waluyo, 2010).

Tabel 2.1 *The Seven Value Stream Mapping*

Waste	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
over production	L	M		L	M	M	
waiting	H	H	L		M	M	
Transportation	H						L
over processing	H		M	L		L	
Inventory	M	H	M		H	M	L
motion	H	L		H			
defects	L				H		

Keterangan:

H (High Corelation) Skor Pengali : 9

M (Medium Corelation) Skor Pengali : 3

L (Low Corelation) Skor Pengali : 1

2.5 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di lantai produksi. Perluasan dari *tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi (Hines & Taylor, 2000). Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities*, dan *non value adding activities*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien.

2.6 Big Picture Mapping (BPM)

Big Picture Mapping merupakan sebuah *tool* yang diadopsi dari sistem produksi Toyota. *Big Picture Mapping* digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan beserta *value stream* yang terdapat pada

perusahaan dan adapula yang menyebutnya *Value Stream Mapping*. Dari tool ini, informasi tentang aliran informasi dan fisik dalam sistem dapat diperoleh. Selain itu penggunaan tool ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi dimana terdapat pemborosan, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material (Hines and Taylor, 2000).

2.7 Simulasi ProModel

Menurut Harrel et. al, (2003) simulasi merupakan sebuah studi dengan memasukkan manipulasi sebuah model dari suatu sistem dengan tujuan mengevaluasi alternatif desain atau aturan keputusan. ProModel adalah sebuah software yang dapat digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis sebuah sistem (Charles R. et. al, 2003).

Model yang dikatakan valid adalah model yang sudah melalui uji t dengan parameter hasil dari $t_{hitung} < t_{tabel}$. Dan cara untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara model sistem nyata dengan model alternatif yaitu dengan uji ANOVA. Hasil pengujian ANOVA dengan menggunakan uji F yang menunjukkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak atau terdapat satu perbedaan antara model eksisting dengan model alternatif. Namun bagaimana perbedaannya belum dapat diketahui hanya dengan uji ANOVA. Uji yang digunakan untuk mengetahui bagaimana perbedaan yang ada yaitu dengan *Least Significant Difference*. Dengan uji LSD ini dapat diketahui model mana yang terbaik yang akan menjadi keputusan.

2.8 Process Cycle Efficiency (PCE)

Menurut Batubara (2016) cara melihat kondisi pabrik secara umum adalah dengan menilai efisiensi siklus proses, karena dengan menggunakan metrik ini dapat dilihat bagaimana persentasi antara waktu proses terhadap waktu keseluruhan produksi yang dilakukan oleh pabrik. Persamaan untuk efisiensi siklus proses yaitu:

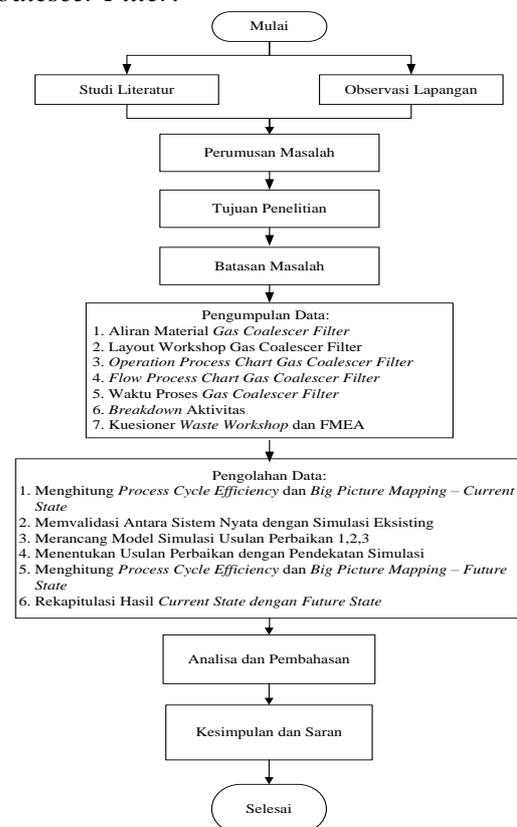
$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, dikumpulkan data primer seperti aliran proses material produk,

layout workshop, operation process chart, flow process chart, waktu proses produksi dan data sekunder yaitu kuesioner *waste workshop*.

Data hasil kuesioner *waste workshop* lalu diolah dengan perhitungan matriks pada tabel *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* untuk menentukan *detail mapping tools* yang akan digunakan, yang nantinya berdasarkan data-data tersebut digunakan untuk menghitung *Process Cycle Efficiency (PCE)* pada sistem nyata. Selanjutnya membuat model simulasi dari sistem nyata yang nantinya model tersebut divalidasi agar dapat berlanjut ke tahap selanjutnya. Setelah model sistem nyata sudah valid, maka selanjutnya dirancang model simulasi usulan perbaikan, lalu menentukan usulan perbaikan terpilih, dan yang terakhir membandingkan nilai *Process Cycle Efficiency (PCE)* sistem nyata dengan *Process Cycle Efficiency (PCE)* simulasi usulan perbaikan terpilih untuk melihat apakah ada peningkatan atau tidak pada produktivitas pembuatan *Gas Coalescer Filter*.



Gambar 3.1 Flow Chart Pemecahan Masalah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada penelitian ini antara lain yaitu untuk menentukan PCE dan BPM sistem nyata, memvalidasi sistem nyata dengan model simulasi eksisting dengan pendekatan simulasi, menentukan usulan perbaikan untuk meningkatkan PCE dan menentukan skenario usulan perbaikan yang akan dipilih serta bagaimana perbandingan nilai PCE sistem nyata dengan nilai PCE usulan perbaikan.

4.1 Menentukan PCE dan BPM Sistem Nyata

Process Cycle Efficiency digunakan untuk melihat kondisi perusahaan secara umum dengan menghitung efisiensi siklus proses. Dalam penelitian ini, tahapan untuk menghitung nilai PCE yaitu dengan menghitung *waste workshop* pada proses pembuatan *Gas Coalescer Filter* yang digunakan sebagai *input* dalam perhitungan matriks pada tabel VALSAT untuk menentukan *detail mapping tool* apa yang akan digunakan. Berdasarkan perhitungan VALSAT diketahui *detail mapping tool ranking* tertinggi yaitu *Process Activity Mapping* (PAM). Untuk kemudahan identifikasi aktivitas pada PAM maka digolongkan menjadi 5 yaitu operasi dengan simbol O, transportasi dengan simbol T, inspeksi dengan simbol I, penyimpanan dengan simbol S dan *delay* dengan simbol D, dimana dari kelima jenis aktivitas tersebut akan digolongkan menjadi 3 kategori yaitu VA, NVA dan NNVA berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

Berdasarkan pengolahan *process activity mapping* dapat diketahui nilai PCE sistem nyata yaitu sebesar 74,695% atau 245,5 jam dari total waktu 328,67 jam.

Tabel 4.1 Persentase Kategori Aktivitas

Kategori	Waktu (jam)	Kegiatan	% Waktu	% Kegiatan
VA	245,5	44	74,695%	46,32%
NNVA	47,92	29	14,580%	30,53%
NVA	35,25	22	10,725%	23,16%
Total	328,67	95	100%	100%

Hal tersebut dikarenakan masih terdapat aktivitas yang tidak bernilai tambah pada proses produksi *Gas Coalescer Filter*, sehingga perlu adanya usulan perbaikan pada proses produksi untuk mereduksi ataupun mengeliminasi aktivitas NVA

dan NNVA agar produktivitas proses *Gas Coalescer Filter* dapat mengalami peningkatan. Karena menurut Hines & Taylor (2000) pada bukunya yang berjudul *Going Lean* tujuan dilakukannya *lean* itu sendiri adalah untuk meningkatkan secara terus menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio nilai tambah (*value added*) terhadap *waste*, maka perusahaan harus mengeliminasi atau setidaknya mereduksi *waste* (pemborosan) yang ada pada *value stream* perusahaan sehingga konsumen tidak perlu membayar suatu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi.

Sedangkan *Big Picture Mapping* digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai yang terdapat dalam proses produksi. Dari BPM dapat diketahui total *lead time* produksi *gas coalescer filter* membutuhkan waktu selama 328,67 jam dengan total *value added activity* sebesar 245,5 jam.

4.2 Validasi Model Simulasi

Sebuah model biasanya dibuat untuk menghemat waktu dan biaya ataupun komoditi berharga lainnya. Pemodelan bisa juga dilakukan untuk menghindari resiko kerusakan sistem nyata (Trenngonowati, D.L, 2015).

Sebuah model haruslah valid atau dapat merepresentasikan sebuah sistem nyata yang disimulasikan. Pada penelitian ini cara yang digunakan untuk memvalidasi adalah dengan menggunakan uji *t Independent Sample T-Test*. Menurut Ghazali (2011) sebelum menganalisis hasil uji beda *t-test* peneliti harus menguji asumsi apakah *variance* populasi kedua sampel tersebut sama (*equal variances assumed*) ataukah berbeda (*equal variances not assumed*) dengan melihat nilai *levene test*. Jika probabilitas *levene's test* pada kolom *Significant* > 0,05 maka *variance* sama. Dengan demikian analisis uji beda *t-test* harus menggunakan asumsi *equal variances assumed* pada kolom *Sig. (2-tailed)*. Sedangkan jika probabilitas *levene's test* pada kolom *Significant* < 0,05 maka *variance* berbeda. Dengan demikian analisis uji beda *t-test* harus menggunakan asumsi *equal variances not assumed* pada kolom *Sig.(2-tailed)*.

Tabel 4.2 Independent Sample T-test

Levene's Test for Equality of	t-test for equality of means
-------------------------------	------------------------------

	Variance								
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Simulasi dan Sistem Nyata	0,006	0,941	1,892	18	0,075	4,5290	2,39365	-0,49986	9,55786
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			1,892	17,4	0,075	4,5290	2,39365	-0,5120	9,5700

Berdasarkan hasil *Levene's test* pada penelitian ini diperoleh hasil *Significant* sebesar 0,941 atau dengan kata lain *Significant* > 0,05 yang berarti analisis uji beda *t-test* harus menggunakan asumsi *equal variances assumed* pada kolom *Sig. (2-tailed)*. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *Independent Sample T-Test* diperoleh nilai t_{hitung} pada *equal variance assumed* sebesar 1,892 yang lebih kecil dari nilai t_{tabel} yaitu sebesar 2,101 dan juga nilai *Significant (2-tailed)* sebesar 0,075 lebih besar dari *level of significant* 5% ($0,075 > 0,050$). Dari hasil tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai *95% confidence interval* adalah $-0,49986 < \mu_1 - \mu_2 < 9,55786$ yang berarti nilai interval melewati 0. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terima H_0 karena tidak terdapat perbedaan rata-rata antara waktu proses dari sistem nyata dengan rata-rata waktu proses dari model simulasi eksisting.

4.3 Skenario Usulan Perbaikan

Pada penelitian ini diajukan 3 skenario usulan perbaikan yang didasarkan dari hasil pengamatan dan *brainstorming* pada pihak perusahaan. Skenario 1 dengan mereduksi dan mengeliminasi aktivitas aktivitas *set up* dan memperbaiki komponen mesin *rolling* serta melakukan *review MDR* secara efektif, skenario 2 dengan menambah *welder* pada stasiun *assembly* dan skenario 3 yaitu penggabungan antara skenario 1 dan 2.

Dari hasil simulasi diperoleh usulan skenario dengan peringkat tertinggi yaitu skenario 3 dengan total rata-rata *lead time* produksiselama 282,716 jam, peringkat kedua yaitu skenario 1 dengan total rata-rata *lead time* produksiselama 307,896 jam dan peringkat ketiga yaitu skenario

2 dengan rata-rata *lead time* produksiselama 314,975 jam.

Untuk menguji apakah waktu hasil simulasi tersebut memiliki rata-rata yang sama atau tidak maka dilakukan uji ANOVA. Dari hasil uji ANOVA diperoleh nilai $F_{hitung} (238,341) > F_{tabel} (2,87)$ yang artinya H_0 ditolak atau setidaknya terdapat satu perbedaan antara model eksisting dengan model skenario usulan perbaikan. Namun bagaimana perbedaannya belum dapat diketahui hanya dengan uji ANOVA. Oleh karena itu, setelah dilakukan uji ANOVA maka uji yang digunakan selanjutnya untuk mengetahui bagaimana perbedaan yang ada yaitu dengan *Least Significant Difference*. Berikut ini tabel *Multiple Comparison* yang menunjukkan bagaimana perbedaan yang ada.

Tabel 4.3 Multiple Comparison

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Eksisting	skenario 1	32,25800*	2,16428	,000	27,8686	36,6474
	skenario 2	25,17900*	2,16428	,000	20,7896	29,5684
	skenario 3	57,43800*	2,16428	,000	53,0486	61,8274
1	skenario eksisting	-	2,16428	,000	-	-
	skenario 2	-7,07900*	2,16428	,002	11,4684	-2,6896
	skenario 3	25,18000*	2,16428	,000	20,7906	29,5694
2	skenario eksisting	-	2,16428	,000	-	-
	skenario 1	25,17900*	2,16428	,000	29,5684	20,7896
	skenario 3	7,07900*	2,16428	,002	2,6896	11,4684
3	skenario 1	32,25900*	2,16428	,000	27,8696	36,6484
	skenario 2	-	2,16428	,000	-	-
	skenario eksisting	-	2,16428	,000	-	-

skenario	-	-	-	-	-
1	25,18000*	2,16428	,000	29,5694	20,7906
skenario	-	-	-	-	-
2	32,25900*	2,16428	,000	36,6484	27,8696

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa skenario 3 menjadi pilihan untuk usulan perbaikan karena total *lead time* produksi yang lebih pendek dan nilai *mean difference* skenario 3 sebagai skenario perbandingan awal (I) dengan skenario lainnya sebagai skenario perbandingan akhir (J) hasilnya selalu negatif, karena menurut Andini (2015) Jika nilai *mean difference* negatif maka yang dipilih skenario perbandingan awal (I) dan jika nilai *mean difference* positif maka yang dipilih skenario perbandingan akhir (J).

4.4 Perbandingan Nilai PCE Sistem Nyata dengan Nilai PCE Usulan Perbaikan

Berdasarkan adanya perancangan usulan perbaikan skenario 3 pada proses produksi *gas coalescer filter* dapat dilihat adanya peningkatan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 6,533% dari PCE sistem nyata sebesar 74,695% menjadi 81,228%. Peningkatan efisiensi sebesar 6,533% tersebut dikarenakan adanya usulan perbaikan skenario 3 pada proses produksi dengan mengeliminasi ataupun mereduksi aktivitas-aktivitas yang merupakan kategori *necessary non value added* dan *non value added* seperti mereduksi waktu aktivitas *set up* stasiun, memperbaiki komponen mesin *rolling* yang bermasalah, melakukan *review MDR* secara efektif yaitu berbarengan dengan laporan hasil inspeksi dari QC dan menambah *welder* pada stasiun *assembly* sehingga proses perakitan dapat selesai lebih cepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan PCE (*Process Cycle Efficiency*) sistem nyata didapatkan persentasesebesar 74,695%, dan untuk *big picture mapping* sistem nyata diketahui terdapat 5 stasiun kerja pada proses produksi *Gas Coalescer Filter* dengan total nilai *value added* sebesar 245,5 jam dari total

waktu *lead time* produksi selama 328,67 jam.

2. Hasil uji validasi menggunakan *Independent Sample T-Test* antara sistem nyata dan model simulasi eksisting dengan pendekatan simulasi dikatakan valid dengan nilai t_{hitung} pada *equal variance assumed* sebesar 1,892 yang lebih kecil dari nilai t_{tabel} yaitu sebesar 2,101.
3. Usulan perbaikan guna meningkatkan nilai PCE (*Process Cycle Efficiency*) yaitu dengan mengidentifikasi *waste* dan mereduksi ataupun mengeliminasi aktivitas yang merupakan kategori *necessary non value added* dan *non value added* yang menyebabkan proses produksi *gas coalescer filter* belum optimal.
4. Skenario usulan perbaikan terpilih dengan pendekatan simulasi adalah skenario usulan perbaikan 3 dengan rata-rata total *lead time* produksi sebesar 282,716 jam.
5. Perbandingan nilai PCE (*Process Cycle Efficiency*) antarsistem nyata dengan usulan perbaikan terpilih adalah sebesar 6,533% dari perbandingan antara sistem nyata sebesar 74,695% dengan usulan perbaikan sebesar 81,228%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, G. 2015. Usulan Perbaikan Pelayanan Rawat Jalan Rumah Sakit Krakatau Medika dengan Metode *LeanHealthcare* dan Simulasi (*Skripsi*). Cilegon: Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Batubara, S. 2016. Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Cara Mengurangi *Manufacturing Lead Time*. Jakarta: Jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti.
- Hines, P & Taylor, D. 2000. *Going Lean: A Guide to Implementation*. *Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School*: Cardiff, UK.
- Setiawan, 2013. Minimasi *Waste* untuk Perbaikan Proses Produksi Kantong Kemasan dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

- Sutalaksana, I.Z., dkk. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja Edisi Kedua*. ITB : Bandung.
- Trenggonowati, D.L. 2015. Optimasi Proses Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Simulasi Sistem. Cilegon: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Waluyo, M. 2009. Kajian *Waste* pada Produksi Benang dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di PT. XYZ Surabaya. Jawa Timur: Jurusan Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional.