IMPLEMENTASI PENDEKATAN *LEAN* UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI BIJI PLASTIK BERWARNA PADA PT. X

Hesti M. Sari, Moses L. Singgih
Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Email : hesti.mustikasari@ymail.com

Abstrak

Berdasarkan wawancara dengan pihak PT. X terdapat beberapa permasalahan seperti pengulangan proses pengeringan, pekerja dan mesin yang menganggur, juga kesulitan pemindahan material karena penempatan bahan yang kurang rapi, yang merupakan permasalahan proses produksi yang perlu dianalisa lebih lanjut dan dilakukan perbaikan. Untuk perbaikan atas permasalahan tersebut pada penelitian ini digunakan pendekatan *Lean*, untuk mengidentifikasi aktivitas *non-value adding*, *waste* kritis, beserta akar penyebab utamanya, dan usulan perbaikan melalui *value analysis* sehingga dapat meningkatkan performansi proses produksi dengan pengeluaran biaya yang lebih efektif dan efisien. Di akhir penelitian disimpulkan bahwa alternatif perbaikan yang diajukan adalah dengan melakukan penelitian untuk pembuatan SOP yang lebih terinci, juga mengadakan pelatihan sesuai dengan SOP baru tersebut. Berdasarkan hasil *value analysis*, dengan tambahan biaya 3,6% dari proses produksi eksisting untuk penerapan alternatif tersebut dapat memperbaiki performansi hingga 31,75%.
Kata kunci : *Lean*, *Root-Cause Analysis*, FMEA, *Value Analysis*, *Rank Sum*.

Abstract

Based on interviews with the managers, there are several problems at PT. X such as rework at drying process, idle time of either workers or machines, and material handling difficulties due to material placement that not well organized, which indicates that there are problems that need to be analyzed and improved. To solve these problems, this research implements Lean approach to identify non-value adding activities, critical waste, with its critical root causes, and recommend alternative through value analysis that can improve production process performance with effective and efficient cost. At the end of this research concluded that the alternative measures recommended to be applied in the production process of coloured plastic pellets of PT. X is provide research to make detailed SOP of production process activities, also training for workers that corresponding with these new SOP. Based on value analysis results, known that with additional charge of 3,6% of existing production process cost for the implementation of these alternatives can improve performance up to 31.75% better.
Keyword : *Lean, Root-Cause Analysis, FMEA, Value Analysis, Rank Sum.*

1. Pendahuluan

Lean Manufacturing merupakan salah satu konsep yang telah diterapkan pada banyak industri manufaktur. Fokus dari pendekatan *Lean Manufacturing* adalah mereduksi biaya dengan mengeliminasi aktivitas aktivitas *non value adding* melalui identifikasi dan eliminasi *waste* pada setiap tahap dalam rantai produksi, dari sisi energi, waktu, *motion*, dan sumber daya yang terlibat sepanjang *value stream* produk (Al-Ashraf & Rahani, 2012). Jenis-jenis *waste* yang menjadi fokus dalam pendekatan ini dikategorikan dalam 7 *Muda* (*waste*) yaitu *Overproduction*, *Defects*, *Unnecessary Inventory*, *Inappropriate Processing*, *Excessive Transportation*, *Delay & Waiting*, *Unnecessary Motion*. *Lean* juga mengkaji aktivitas dalam organisasi atau sistem produksi yang dibagi

menjadi tiga, yaitu *Value adding* (VA) *activities*, *necessary but non-value adding* (NNVA) *activities*, dan yang utama adalah upaya reduksi *non-value adding* (NVA) *activities* (Hines & Taylor, 2000).

PT. X adalah perusahaan manufaktur dengan salah satu produknya adalah biji plastik berwarna. Terdapat beberapa permasalahan operasional seperti adanya *rework*, *delay*, *idle time*, juga kesulitan *material handling*. Hal tersebut berpengaruh terhadap pemborosan pemanfaatan waktu dan energi di lantai produksi. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana perbaikan proses produksi biji plastik berwarna pada PT. X yang dapat meningkatkan performansi proses produksi, melalui upaya reduksi akar penyebab dari *waste* kritis, dengan menggunakan metode dalam pendekatan *Lean*. Untuk menjawab permasalahan tersebut dalam penelitian ini digunakan pendekatan Lean untuk mengidentifikasi aktivitas proses produksi berdasarkan pengaruhnya terhadap pertambahan nilai produk dengan bantuan metode VSM, mengidentifikasi *waste* kritis menggunakan metode pembobotan *Rank Sum*, mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) terjadinya *waste* dengan konsep *5 Why* dalam *Root-Cause Analysis*, dan *root cause* kritis menggunakan FMEA, serta memberikan usulan perbaikan melalui pemilihan alternatif perbaikan yang dapat meningkatkan kualitas proses produksi biji plastik berwarna PT. X menggunakan *Value Analysis*.

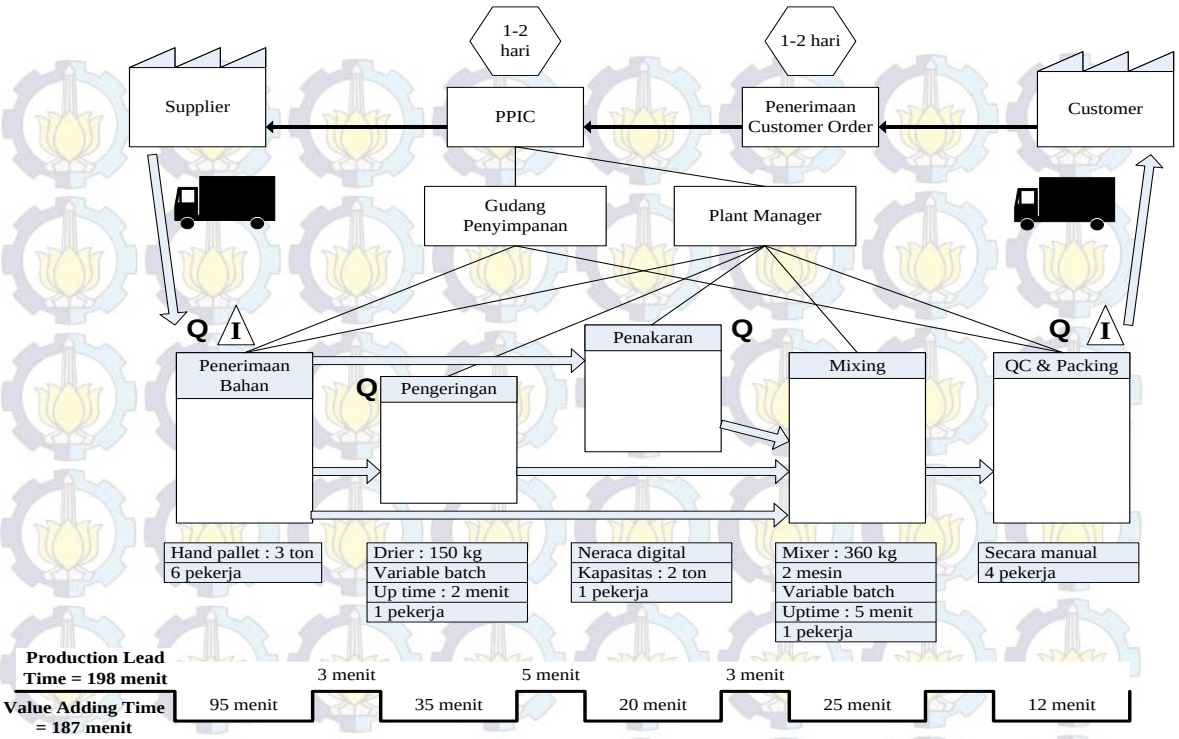
Terdapat beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan pendekatan *Lean* untuk perbaikan proses produksi. Cournoyer, dkk., pada 2010 mempublikasikan penelitiannya tentang penggunaan *Lean Six Sigma tools* untuk reduksi ketidakefisienan dan meningkatkan efektivitas biaya pada pemrosesan *glovebox*. Pada tahun yang sama Bagus melakukan penelitian yang juga mengenai *Lean Six Sigma* dengan metode yang hampir sama, namun metode untuk pertimbangan biaya produksi menggunakan *Value Analysis*. Berbeda dengan kedua penelitian tersebut, Florensius (2012) tidak melibatkan faktor biaya, tetapi mempertimbangkan penentuan *waste* kritis dan penentuan bobot kriteria performansi proses menggunakan metode pembobotan yaitu AHP.

Seperti ketiga penelitian tersebut, pada penelitian ini juga dibahas mengenai penerapan *Lean* untuk reduksi *waste* dalam perbaikan proses produksi, melalui penggambaran sistem produksi (*Big Picture Mapping*), serta analisa *root cause* menggunakan RCA dan FMEA, namun tanpa melibatkan pengukuran kapabilitas proses dengan *Six Sigma*. Penelitian ini mengkombinasikan pendekatan *Lean* dengan perhitungan pemanfaatan biaya dengan *Value Analysis* seperti pada penelitian Bagus (2010) serta pembobotan waste kritis dan performansi proses seperti pada Florensius (2012).

2. Gambaran Proses Produksi

Biji plastik berwarna diperoleh dari proses pencampuran (*mixing*) dari bahan baku utama yaitu biji plastik, dengan bahan aditif yaitu zat pewarna, pencerah, pelentur, penjernih, atau lainnya. Diagram VSM proses produksi biji plastik berwarna PT. X ditunjukkan pada gambar 1. Berdasarkan diagram VSM tersebut diperoleh hasil perhitungan *production lead time* adalah 198 menit, dengan 187 menitnya digunakan untuk aktivitas *value adding*, atau dengan kata lain 5,56% dari *production lead time* digunakan untuk selain *value adding activities*.

Untuk mengetahui bagaimana pemborosan yang terjadi pada proses produksi PT. X, selanjutnya dilakukan klasifikasi aktivitas dalam kategori *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *storage* (S), dan *delay* (D). Aktivitas tersebut juga dikategorikan berdasarkan fungsinya terhadap pertambahan *product value*, yaitu *value-added activity* (VA), *non value-added activity* (NVA), atau *necessary but non value-added activity* (NNVA). Berdasarkan klasifikasi aktivitas yang ditunjukkan pada tabel 1, diperoleh jumlah aktivitas yang termasuk *operation* dan *inspection* yang merupakan *value adding activity* adalah 12 dari 22 aktivitas.



Gambar 1 Diagram VSM Proses Produksi Eksisting PT. X

Tabel 1 Pengkategorian Jenis Aktivitas Proses Produksi

Proses	**Aktivitas**	**Kategori Aktivitas**							
		O	T	I	S	D	VA	NNVA	NVA
Penerimaan bahan	Pemindahan bahan dari kendaraan ke gudang		√					√	
	Pengecekan dan pencatatan bahan diterima			√			√		
	Penyimpanan bahan di gudang				√			√	
	Pemindahan bahan ke P2		√					√	
	Pemindahan bahan ke P3		√					√	
	Pemindahan bahan ke P4		√					√	
Pengeringan biji plastik	Set up mesin dryer	√					√		
	Loading biji plastik ke mesin *dryer*	√					√		
	Pengeringan biji plastik	√					√		
	Pendinginan biji plastik	√					√		
	Pengecekan hasil pengeringan			√			√		
	Pemindahan biji plastik ke P4		√					√	
Penakaran bahan	Persiapan mesin timbangan dan alat takar	√					√		
	Penakaran bahan aditif	√					√		
	Pemindahan bahan ke P4		√					√	
Mixing bahan	Persiapan mesin *mixer* dan bahan	√					√		
	Proses *mixing*	√					√		
QC dan *Packing*	Pengecekan hasil *mixing*			√			√		
	Proses pengemasan	√					√		
	Pemindahan produk ke P6		√					√	
Penyimpanan produk	Produk disimpan dalam gudang				√			√	
Pengiriman produk	Pemindahan produk dari gudang ke kendaraan		√					√	
	Jumlah :	9	8	3	2	0	12	10	0

3. Identifikasi *Waste* Kritis

Identifikasi *waste* kritis dilakukan melalui pengisian kuisioner untuk mengetahui informasi tingkat frekuensi terjadinya *waste* atau tingkat pengaruh terjadinya *waste* terhadap proses produksi atau produk. Metode pembobotan *waste* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Rank Sum*. Setiap kriteria dihitung jumlah nilainya sesuai peringkat yang diberikan responden, dengan persamaan berikut.

$$\Sigma C_i=(R_1\times D_{i1})+(R_2\times D_{i2})+...+(R_j\times D_{ij}) \quad (1)$$

Dimana,
C_i =Jumlah nilai kriteria ke-i
R_{ij} =Nilai peringkat ke-j yaitu (k-1) dengan k adalah jumlah kriteria yang dibobotkan
D_{ij}=Jumlah responden yang memberikan peringkat j pada kriteria i

Bobot kriteria diperoleh dari nilai normalisasi jumlah nilai masing-masing kriteria. Semakin tinggi jumlah nilai yang dimiliki suatu jenis *waste* maka semakin tinggi bobotnya dibanding jenis *waste* lainnya, juga sebaliknya.

Tabel 2 Perhitungan Pembobotan *Waste* dengan *Rank Sum*

Kategori *Waste*	**Penilaian Peringkat**			**Jumlah Nilai**	**Bobot (%)**
	R1	**R2**	**R3**		
Overproduction	7	7	6	4	4,76
Defects	6	4	7	7	8,33
Unnecessary Inventory	5	6	5	8	9,52
Inappropriate Processing	4	1	3	16	19,05
Excessive Transportation	2	5	4	13	15,48
Delay & Waiting	1	2	2	19	22,62
Unnecessary Motion	3	3	1	17	20,24
			Total :	84	100

Hasil pembobotan *waste* menunjukkan bahwa tiga *waste* kritis yang dianalisa lebih lanjut adalah *Inappropriate Processing*, *Delay & Waiting*, serta *Unnecessary Motion*.

4. Analisa *Root-Cause*

Suatu *waste* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, kemudian beberapa faktor tersebut juga dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang lain lagi. Karena itu diperlukan analisa faktor apa yang menjadi akar permasalahannya agar upaya untuk mereduksi *waste* dapat lebih efektif.

Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap *waste* kritis yang terjadi, baik dari segi pekerja, mesin, cara kerja, material yang diproses, juga lingkungan, yang ditunjukkan pada tabel 2. *Why* 1 adalah penyebab langsung dari *waste* yang terjadi. *Why* 2 adalah penyebab *Why* 1, *Why* 3 adalah penyebab *Why* 2, dan seterusnya. Faktor yang berada di posisi *Why* paling akhir merupakan akar permasalahan dari *waste* yang terjadi.

Setelah diketahui *root cause* dari *waste* kritis, FMEA digunakan untuk menentukan *root cause* mana yang dianggap kritis, sehingga alternatif perbaikan proses produksi yang diajukan dapat lebih efektif dalam mereduksi pemborosan yang terjadi. Dalam metode FMEA digunakan tiga kriteria yaitu *severity*, *occurence*, dan *detection*. *Severity* (S) menunjukkan seberapa besar dampak dari *root cause*, *occurence* (O) menunjukkan seberapa sering *root cause* terjadi, dan *detection* (D) adalah seberapa besar kemungkinan *root cause* dapat terdeteksi sebelum terjadi. Untuk mempermudah penilaian ketiga kriteria tersebut perlu didefinisikan terlebih dahulu bagaimana tingkat keseriusannya. Tingkat keseriusan SOD didefinisikan dalam 10 level, sesuai tabel 4. Level SOD digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang menunjukkan seberapa besar prioritas suatu *root cause* dibanding yang lain. RPN ini diperoleh dari perkalian nilai S, O dan D. Semakin besar nilai RPN maka semakin kritis atau semakin penting *root cause* terkait untuk diprioritaskan. Hasil perhitungan RPN ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 3 Analisa *Root Cause* dengan *5 Why*

Kategori *Waste*	***Waste* yang Terjadi**	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Inappro-priate Processing	Pengulangan proses *trial* kombinasi bahan untuk produk baru	Penyesuaian spesifikasi produk dengan pihak perusahaan *customer*				
	Pengulangan proses pengeringan karena bahan belum cukup kering	*Set up* mesin *dryer* kurang tepat	Penentuan waktu dan suhu proses pengeringan berdasarkan proses yang pernah dilakukan	Pencatatan *history set up* mesin *dryer* kurang lengkap		
		Pengukuran tingkat kelembapan bahan secara manual, perkiraan melalui indera peraba	Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan			
			Tidak digunakan alat khusus untuk mengetahui tingkat kelembapan bahan			
	Kelalaian pekerja (*human error*), terjadi kesalahan pemrosesan, spesifikasi produk tidak sesuai	Pekerja kurang fokus saat pemrosesan	Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja yang kurang optimal saat bekerja			
		Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja				
Delay & Waiting	Proses *mixing* tertunda	Terkendala ketersediaan bahan baku atau bahan aditif	Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (*safety stock*)			
			Belum menerima bahan dari *supplier*			
		Pengerjaan bahan pada proses lain belum selesai	Proses pengeringan biji plastik yang lembap	Perawatan bahan selama penyimpanan di gudang kurang baik	Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai	
					Tidak dilakukan pengecekan berkala kondisi bahan selama di gudang	Pekerja gudang sibuk karena beban kerja yang tinggi
				Perawatan bahan selama perjalanan (pengiriman bahan) kurang baik	Pengaruh cuaca selama perjalanan	
					Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik	

Tabel 3 Analisa *Root Cause* dengan *5 Why* (lanjutan)

Kategori *Waste*	***Waste* yang Terjadi**	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Delay & Waiting	Proses *mixing* tertunda		Proses *trial* kombinasi bahan untuk permintaan baru	Menunggu konfirmasi *customer* mengenai spesifikasi produk		
		Kapasitas pemrosesan terbatas	Kapasitas mesin kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan			
			Performansi/ kinerja pekerja yang kurang optimal			
			Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan			
	Bahan baku tersedia lebih awal dari waktu dibutuhkan	Jadwal produksi kurang tepat	Terdapat permintaan lain yang lebih diprioritaskan			
			Bahan baku dari *supplier* datang tidak sesuai dengan jadwal			
			Pelaksanaan produksi tidak sesuai dengan yang dijadwalkan			
	Pekerja *idle* pada proses pengeringan dan proses *mixing* saat mesin bekerja, atau saat proses tertunda	Tidak ada aktivitas lain yang dilakukan pekerja				
		Pekerja tidak memanfaatkan waktu *idle* tersebut untuk mengerjakan atau membantu proses lain	Dapat mengurangi fokus pekerja terhadap proses yang menjadi tanggung jawabnya	Mesin tidak terotomasi, pekerja tidak dapat meninggalkan tempat kerja		
			Pekerja kurang memiliki keahlian pada proses lain			
Unne-cessary Motion	Aktivitas pekerja kurang efisien dalam operasi kerjanya	Tidak dilaksanakannya standar pengoperasian	Standar pengoperasian dianggap mempersulit pekerjaan			
			Pekerja kurang memahami standar pengoperasian yang ada			
		Tidak ada standar tata cara pengoperasian				
		Standar tata cara pengoperasian kurang mendetail				
	Aktivitas pekerja kurang efisien, terkait pemindahan barang	Pemindahan barang berulang untuk mendekatkan ke area pemrosesan	Terbatasnya area untuk menempatkan material WIP			
			Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang			

Tabel 4 Pendefinisian Level SOD

Level	*Severity*	*Occurence*		*Detection*
1	Tidak ada dampak	Hampir tidak mungkin terjadi	p<0,1%	Hampir tidak dapat terdeteksi
2	Dampak sangat minor	Kemungkinan terjadinya sangat rendah	0,1%≤p<3%	Sangat sulit terdeteksi
3	Dampak minor	Kemungkinan terjadinya rendah	3%≤p<5%	Sulit terdeteksi
4	Dampak sangat rendah	Kemungkinan terjadinya sedang	5%≤p<8%	Kemungkinan terdeteksi sangat rendah
5	Dampak rendah		8%≤p<10%	Kemungkinan terdeteksi rendah
6	Sedang		10%≤p<13%	Sedang
7	Dampak serius	Kemungkinan terjadinya tinggi	13%≤p<15%	Kemungkinan terdeteksi cukup tinggi
8	Dampak sangat serius		15%≤p<18%	Kemungkinan terdeteksi tinggi
9	Berbahaya	Kemungkinan terjadinya sangat tinggi	18%≤p<20%	Kemungkinan terdeteksi sangat tinggi
10	Sangat Berbahaya		p≥20 %	Hampir selalu dapat dideteksi

Tabel 5 Penilaian SOD dan Hasil Perhitungan RPN

Waste	*Root Cause*	S	O	D	RPN	%RPN
Inappro-priate Processing	Pengulangan proses *trial* kombinasi bahan untuk produk baru	1	5	8	40	0,010
	Pencatatan *history set up* mesin *dryer* kurang lengkap	6	2	9	108	0,027
	Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan	9	3	9	243	0,062
	Tidak digunakan alat khusus untuk mengetahui tingkat kelembapan bahan	8	6	2	96	0,024
	Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja kurang optimal saat bekerja	9	7	8	504	0,128
	Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja	6	6	6	216	0,055
Delay & Waiting	Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (*safety stock*)	9	2	9	162	0,041
	Belum menerima bahan dari *supplier*	9	3	9	243	0,062
	Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai	9	2	9	162	0,041
	Pekerja gudang sibuk karena beban kerja yang tinggi	7	2	8	112	0,028
	Pengaruh cuaca selama perjalanan	2	7	7	98	0,025
	Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik	7	3	7	147	0,037
	Menunggu konfirmasi *customer* mengenai spesifikasi produk	1	1	1	1	0,000
	Kapasitas mesin kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan	9	1	9	81	0,021
	Performansi/kinerja pekerja yang kurang optimal	8	3	8	192	0,049
	Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan	7	3	7	147	0,037
	Terdapat permintaan lain yang lebih diprioritaskan	7	3	1	21	0,005
	Bahan baku dari *supplier* datang tidak sesuai dengan jadwal	6	6	1	36	0,009
	Pelaksanaan produksi tidak sesuai dengan yang dijadwalkan	7	3	1	21	0,005
	Tidak ada aktivitas lain yang dilakukan pekerja	6	3	6	108	0,027
	Mesin tidak terotomasi, pekerja tidak dapat meninggalkan tempat kerja	6	3	6	108	0,027
	Pekerja kurang memiliki keahlian pada proses lain	1	1	6	6	0,002
Unne-cessary Motion	Standar pengoperasian dianggap mempersulit pekerjaan	8	2	8	128	0,033
	Pekerja kurang memahami standar pengoperasian yang ada	8	4	2	64	0,016
	Tidak ada standar tata cara pengoperasian	8	2	7	112	0,028
	Standar tata cara pengoperasian kurang mendetail	7	2	7	98	0,025
	Terbatasnya area untuk menempatkan material WIP	7	2	8	112	0,028
	Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang	7	3	7	147	0,037
				Total :	3935	1

5. Usulan Perbaikan

Dari hasil analisa FMEA diketahui beberapa *root cause* kritis, yang selanjutnya ditentukan bagaimana solusi perbaikannya agar dapat mereduksi dampak pemborosannya. Beberapa alternatif solusi yang diusulkan yaitu pelatihan pekerja, penambahan mesin dan operator pada proses *mixing*, pembuatan SOP, dan penelitian khususnya untuk penentuan standar *set up* mesin pada proses pengeringan. Diantara alternatif yang diusulkan dapat menjadi solusi dari beberapa *root cause*, baik yang sangat berpengaruh hingga sedikit pengaruhnya. Tabel 6 menunjukkan hubungan *root cause* dengan alternatif perbaikan.

Tabel 6 Hubungan *Root cause* Kritis & Alternatif Perbaikan

Waste	**No.**	***Root Cause***	**Alternatif Perbaikan**			
			Pembuatan Prosedur Kerja	Pelatihan Tenaga Kerja	Penelitian	Penambahan mesin dan operator
Inappro-priate Processing	1	Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan	Sangat berhubungan	Sangat berhubungan	Sangat berhubungan	Tidak berhubungan
	2	Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja yang kurang optimal saat bekerja	Cukup Berhubungan	Tidak Berhubungan	Tidak Berhubungan	Sangat berhubungan
	3	Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja	Cukup Berhubungan	Sangat berhubungan	Sedikit berhubungan	Tidak berhubungan
Delay & Waiting	4	Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (*safety stock*)				
	5	Belum menerima bahan dari *supplier*				
	6	Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai				
	7	Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik				
	8	Performansi/kinerja pekerja yang kurang optimal	Sangat berhubungan	Cukup berhubungan	Tidak berhubungan	Cukup berhubungan
	9	Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan	Tidak berhubungan	Sedikit berhubungan	Tidak berhubungan	Sangat berhubungan
Unne-cessary Motion	10	Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang	Sangat berhubungan	Cukup berhubungan	Tidak berhubungan	Sangat berhubungan

Untuk *root cause* 4 hingga 7, alternatif perbaikannya tidak dikaji lebih lanjut dalam penelitian ini karena berada diluar kewenangan PT. X atau telah diberlakukan kebijakan baru. Penerapan beberapa alternatif di atas diperkirakan juga dapat saling berpengaruh jika dikombinasikan, mengingat ada kemungkinan dapat menghemat biaya dengan perbandingan performansi yang lebih baik.

Untuk menilai alternatif perbaikan, pada penelitian ini digunakan tiga kriteria performansi, yaitu peningkatan waktu produktif mesin (C1), waktu produktif pekerja (C2), dan jumlah *output* produksi (C3) yang diperkirakan dapat terwujud setelah alternatif perbaikan diterapkan.

Di antara ketiga kriteria tersebut, satu kriteria dapat dianggap lebih penting dari kriteria yang lain. Karena hal tersebut, kriteria penilaian performansi alternatif ditentukan bobotnya terlebih dahulu. Bobot kriteria akan digunakan untuk menghitung nilai performansi terbobot setiap alternatif perbaikan. Tabel 7 menunjukkan tingkat kepentingan dan bobot setiap kriteria performansi.

Tabel 7 Pembobotan Kriteria Perfomansi

Kategori *Waste*	**Kriteria Perfor-mansi**	**Tingkat Kepentingan Kriteria**			**Bobot Kriteria**
		R 1	**R 2**	**R 3**	
Delay & Waiting	Waktu produktif mesin	25%	40%	30%	0,317
Unnecessary Motion	Waktu produktif pekerja	40%	20%	40%	0,333
Inappro-priate Processing	*Output* produksi	35%	40%	30%	0,350
	Jumlah :	100%	100%	100%	1,000

6. Pemilihan Alternatif Usulan Perbaikan

Untuk pemilihan alternatif terbaik, setiap alternatif perbaikan dinilai bagaimana peningkatan performansinya dari ketiga kriteria performansi dibanding kondisi eksisting.

Level performansi setiap alternatif digunakan untuk menghitung nilai performansi terbobot yang diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian bobot kriteria dengan performansi alternatif perbaikan. Semakin besar nilai performansi terbobot maka semakin baik alternatif perbaikan terkait untuk diprioritaskan.

Biaya penerapan juga dipertimbangkan dalam pemilihan alternatif terbaik, karena itu diperlukan *value analysis*. Yang dimaksud *value* adalah hubungan antara performansi dan biaya yang dikeluarkan, dengan persamaan berikut.

$$Value = \frac{Performance\ \ (P)}{Cost\ (C)} \quad (3)$$

Rincian biaya penerapan setiap alternatif perbaikan meliputi biaya pengadaan sarana yang dibutuhkan untuk penerapan perbaikan, biaya produksi per satu bulan, serta tambahan biaya produksi akibat penerapan alternatif perbaikan.

Tabel 8 Perhitungan *Value* Alternatif Perbaikan

	Alternatif	**Bobot Kriteria**			***Performance* (P)**	***Cost* (C)**	**Konversi Nilai *Cost***	***Value***
		C1	**C2**	**C3**				
		0,32	0,33	0,35				
0	Kondisi Eksisting	7	7	5	6,300	Rp40.871.472.000	6,300	1,000
1	Pembuatan Prosedur Kerja	7	8	5	6,633	Rp41.488.186.400	6,395	1,037
2	Pelatihan Tenaga Kerja	7	8	5	6,633	Rp41.618.859.200	6,415	1,034
3	Penelitian	8	8	5	6,950	Rp41.011.172.000	6,322	1,099
4	Penambahan mesin & operator	7	7	5	6,300	Rp60.645.980.800	9,348	0,674
5	1 dan 2	8	8	7	7,650	Rp42.235.573.600	6,510	1,175
6	1 dan 3	8	8	6	7,300	Rp41.627.886.400	6,417	1,138
7	1 dan 4	7	7	5	6,300	Rp61.262.695.200	9,443	0,667
8	2 dan 3	7	7	5	6,300	Rp41.758.559.200	6,437	0,979
9	2 dan 4	7	7	5	6,300	Rp61.393.368.000	9,463	0,666
10	3 dan 4	7	7	5	6,300	Rp60.785.680.800	9,370	0,672
11	1, 2, dan 3	9	9	7	8,300	Rp42.375.273.600	6,532	1,271
12	1, 2, dan 4	9	9	6	7,950	Rp62.010.082.400	9,558	0,832
13	1, 3, dan 4	9	9	6	7,950	Rp61.402.395.200	9,465	0,840
14	2, 3 dan 4	8	9	6	7,633	Rp61.533.068.000	9,485	0,805
15	1, 2, 3, dan 4	9	9	8	8,650	Rp62.149.782.400	9,580	0,903

Sesuai tabel 8, tampak bahwa alternatif terbaik adalah alternatif 11, diterapkan dengan mengadakan penelitian untuk menyusun SOP yang baik, lalu agar SOP tersebut dapat diterapkan dengan optimal maka dilakukan pelatihan bagi para pekerja. Dengan mengeluarkan biaya tambahan 3,68% dapat meningkatkan performansi 31,75% lebih baik dari kondisi eksisting.

7. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tentang perbaikan proses produksi biji plastik berwarna PT. X dengan pendekatan *Lean* ini adalah :

1. Berdasarkan metode VSM diketahui bahwa 5,56% dari *production lead time* biji plastik berwarna digunakan untuk selain *value-adding activities*, dan berdasarkan pengkategorian aktivitas, 12 dari 22 aktivitas dalam proses produksi adalah *value-adding activities*.
2. 3 *waste* kritis dalam sistem produksi PT. X adalah kategori *Delay & Waiting*, *Unnecessary Motion*, dan *Inappropriate Processing*.
3. *Root cause* kritis yang diprioritaskan adalah keahlian dan pengalaman pekerja, kondisi pekerja yang kurang optimal, sarana perawatan bahan selama pengiriman dan penyimpanan bahan, penerapan kebijakan untuk tidak menyediakan *safety stock* bahan, bahan yang belum dikirimkan oleh *supplier*, serta kurangnya jumlah pekerja.
4. Alternatif perbaikan yang diajukan untuk proses produksi biji plastik berwarna PT. X adalah penelitian untuk permbuatan SOP yang lebih jelas dan terinci, kemudian mengadakan pelatihan sesuai dengan SOP baru tersebut agar dapat diterapkan dan dipatuhi dengan tepat demi proses produksi yang lebih baik. Berdasarkan hasil *value analysis*, dengan menambah biaya

penerapan alternatif tersebut 3,68% dapat memperbaiki performansi hingga 31,75% lebih tinggi dari proses produksi eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Ashraf, M., dan Rahani, A. R. (2012). *Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study*. Procedia Engineering , 1727-1734.

Banda, M. (2013). *SIG Kelautan tahun 2002.* Makassar: Hasanuddin University.

Basu, R. (2009). *Implementing Six Sigma and Lean, A Practical Guide to Tools and Techniques.* Elsevier Inc.

Budiasih, A. J. (2013). *Penerapan Metode Fuzzy-QFD untuk Peningkatan Kualitas Produk Dodol Rumput Laut*. Tugas Akhir S.T., ITS.

Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment : How to Make QFD Work for You.* United States of America: Addison Wisley Publishing.

George, M. O. (2010). *The Lean Six Sigma Guide to Doing More with Less, Executive Summary*. John Wiley & Sons.

Gygi, C., DeCarlo, N., dan Williams, B. (2005). *Six Sigma for Dummies.* Canada: Wiley Publishing Inc.

Hines, P., dan Taylor, D. (2000). *Going Lean : A Guide to Implementation.* UK: *Lean* Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.

Kannan, S., Li, Y., Akhmed, N., dan El-Akkad, Z. (2010). *Developing A Maintenance Value Stream Map*.

Karuniawati, F. (2009). *Desain Layanan IPTV dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) untuk Wilayah Bandung*.

Muthiah, K., dan Huang, S. H. (2006). *A Review of Literature on Manufacturing Systems Productivity Measurement and Improvement*. International Journal of Industrial and Systems Engineering , Vol.1 No.4 , 461-484.

Pilkington, A. (2005). *Borda's method: A Scoring System*. Fremantle.

Rich, N., dan Holweg, M. (2000). *Value Analysis, Value Engineering.* Cardiff: *Lean* Enterprise Research Centre.

Susandari, H. (2011). *Pengembangan Metode QFD Multi Pengguna Untuk Merancang Transportasi Massal Berbasis Gender*. Tesis Jurusan Teknik Industri, ITS.