



Implementasi *Lean* dan *Green Manufacturing* Guna Meningkatkan *Sustainability* pada PT. Sekar Lima Pratama

Rony Prabowo¹ Ahmad Puji Suryanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arief Rachman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
50 – 61

Tanggal penyerahan:
21 Agustus 2019

Tanggal diterima:
27 September 2019

Tanggal terbit:
30 September 2019

ABSTRACT

*PT. Sekar Lima Pratama is a textile company that has a cotton fabric finishing unit. In the identification carried out the company still produces waste and has not yet carried out an environmentally friendly process. Therefore efforts are needed to identify waste in the process of finishing woven fabrics to make the process environmentally friendly by considering the level of eco efficiency and eco costs to determine the proposed process that is environmentally friendly. This research includes steps such as analyzing value stream mapping to find out activities that have value added and categorized as NVA. Furthermore, measurements of environmental impacts were carried out with LCA (Life Cycle Analyzing) and then gave a proposal to provide a proposed process with the 6R approach (reuse, reduce, recycle, remanufacturing, recovery and redesign) in the process of finishing cotton cloth obtained by waste, namely in appropriate processing, defect and waiting time . The results of the Life Cycle Assessment showed results for a process of 248.76 pt, for Life Cycle Impact Assessment Damage Category Human Health of 4.8813 DAILY, Damage Category Ecosystem Quality of 310,000 PDF * m2yr and for Damage Category Resources 1615,646 MJ surplus . Eco cost is Rp. 608,425,018.2. Proposed environmentally friendly process by raising the level of green manufacturing to recycling and reuse*

Keywords: *lean, life, manufacture, cycle, eco, value*

EMAIL

¹rony_prabowomt@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT. Sekar Lima Pratama merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang tekstil yang memiliki unit usaha *finishing* kain katun. Dalam identifikasi yang dilakukan perusahaan masih menghasilkan *waste* dan belum menjalankan proses yang ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengidentifikasi *waste* pada proses *finishing* kain tenun guna menjadikan proses yang ramah lingkungan dengan pertimbangan tingkat *eco efficiency* dan *eco cost* guna menentukan proses usulan yang ramah lingkungan. Penelitian ini meliputi langkah-langkah antara lain dengan menganalisa *value stream mapping* untuk mengetahui kegiatan yang memiliki *value added* dan yang berkategori NVA. Selanjutnya dilakukan pengukuran dampak lingkungan dengan LCA (*Life Cycle Analysis*) serta selanjutnya memberikan usulan memberikan usulan proses dengan pendekatan 6R (*reuse, reduce, recycle, remanufacturing, recovery* dan *redesign*) pada proses *finishing* kain katun diperoleh *waste* yaitu in *appropriate processing, defect* dan *waiting time*. Dari hasil pengukuran *Life Cycle Assessment* diperoleh hasil untuk proses sebesar 248,76 pt, untuk *Life Cycle Impact Assessment Damage Category Human Health* sebesar 4,8813 DAILY, *Damage Category Ecosystem Quality* sebesar 310,000 PDF*m2yr dan untuk *Damage Category Resources* 1615,646 MJ surplus. Biaya *eco cost* sebesar Rp 608.425.018,2. Usulan proses ramah lingkungan dengan menaikkan level *green manufacturing* menjadi *recycling* dan *reuse*

Kata kunci: *lean, life, manufacture, cycle, eco, value*

PENDAHULUAN

Pembangunan sektor industri telah memberikan dampak positif bagi pendapatan negara namun juga memberikan dampak negatif terhadap permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh limbah industri serta pemanfaatan sumber daya alam yang berlebihan. Sektor industri dalam lima puluh tahun terakhir menggunakan setengah dari total energi dunia [5][12][6]. Berkaitan dengan kelangkaan sumber daya alam, isu-isu pemanasan global, pengolahan limbah, serta peraturan pemerintah mengenai lingkungan mulai diperketat dan akan menjadi tantangan bagi dunia industri terutama industri manufaktur disamping persaingan dan perubahan lingkungan bisnis yang sangat cepat dan dinamis. *Sustainability Manufacturing* (SM) sering diartikan sebagai penciptaan produk yang bernilai ekonomis melalui proses yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, menghemat energi dan sumber daya alam, serta melestarikan sumber daya alam dan energi untuk menjamin ketersediaannya di masa yang akan datang [1][4][18].

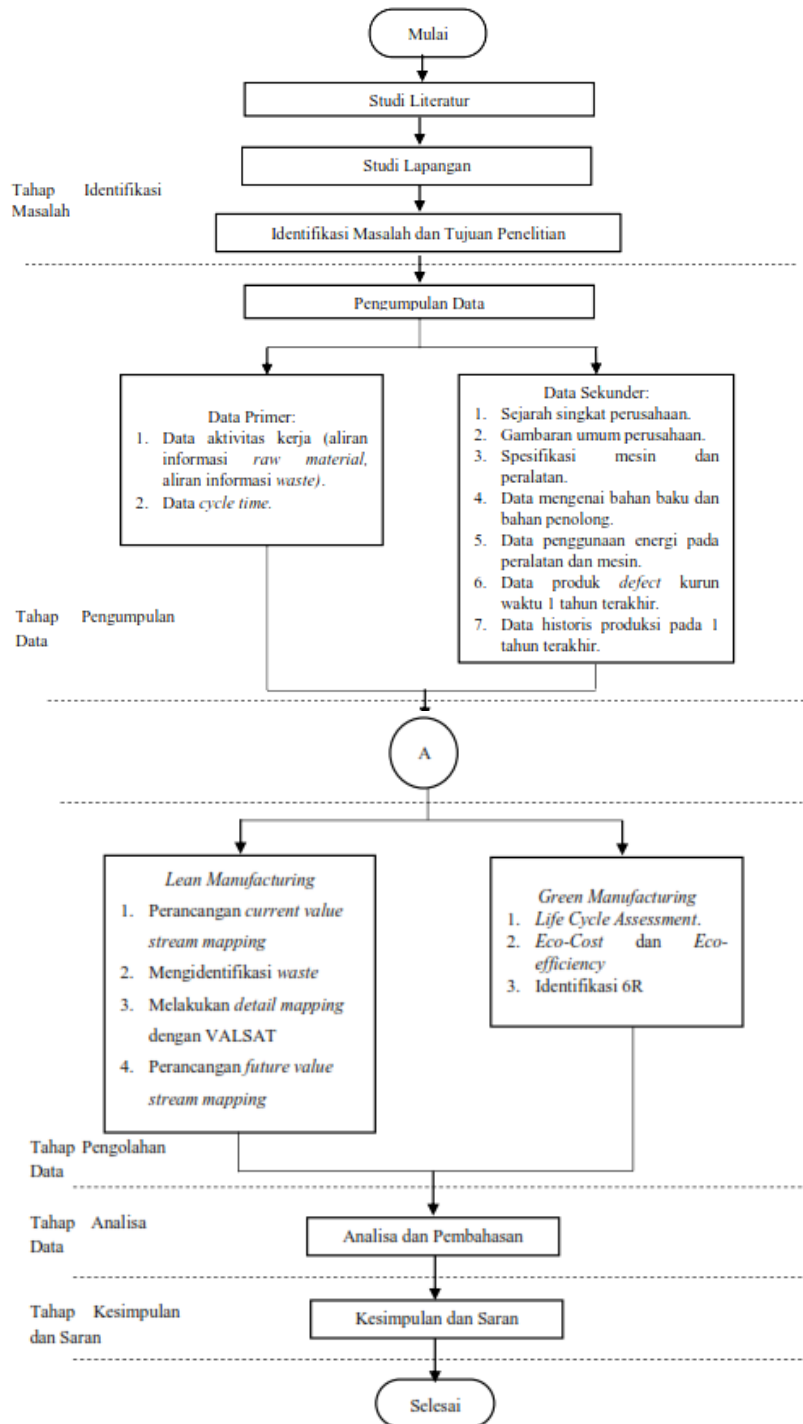
Untuk menekan pemborosan dan meminimalkan biaya produksi, metode *lean manufacturing* merupakan upaya yang dilakukan sebuah perusahaan untuk meningkatkan efisiensi produksi [14][17]. Menambah nilai untuk produk (*value added*) seperti, pembuangan, aktivitas yang berlebihan, tidak memberikan nilai tambah. *Lean manufacturing* merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) melalui perbaikan secara berkesinambungan (*continuous improvement*), agar tercipta aliran proses produksi yang lancar dengan *lead time* cepat dan pemborosan sedikit [9][13][15]. Untuk menanggulangi dampak terhadap permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh industri, maka dibuatlah suatu konsep yang bertujuan untuk menanggulangi permasalahan lingkungan. Sebagai objek penelitian PT. Sekar Lima Pratama adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi tekstil terkemuka yang beralamat di Jalan Raya Palur-Sragen Km. 8.1 Kab. Karanganyar, Jawa Tengah. Berdiri sejak tahun 1977, perusahaan ini memiliki visi untuk menjadi perusahaan tekstil yang terkemuka di Indonesia. Untuk mendukung tujuan jangka Panjang maupun jangka pendek dari perusahaan, maka pada penelitian ini dapat menjadi pertimbangan pihak manajemen guna meningkatkan pembangunan berkelanjutan dengan menerapkan konsep-konsep yang berkaitan [3][6][11].

Sustainability Manufacturing dengan pendekatan metode pendukung *lean manufacturing* dan *green manufacturing* sebagai “penciptaan produk yang bernilai ekonomis melalui proses yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, menghemat energi dan sumber daya alam, serta melestarikan sumber daya alam dan energi untuk menjamin ketersediaannya di masa yang akan datang [2][8]. Dalam implementasi SM ditujukan untuk tercapainya pembangunan berkelanjutan (*sustainability development*) hal ini telah dikemukakan oleh komisi dunia yang berkaitan dengan lingkungan dan pembangunan yang artinya bahwa *sustainability development* sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan perusahaan sendiri [7][10]. *Lean* merupakan sebuah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production Sistem* (TPS) yang dideskripsikan secara detail oleh Taiichi Onho dan Shiego Shingo. *Lean* sendiri memiliki focus pada pengurangan pemborosan (*waste*) guna meningkatkan nilai kepada pelanggan secara keseluruhan. *Lean* juga didefinisikan sebagai strategi untuk mencapai hasil pengembangan yang berkelanjutan melalui pengurangan pemborosan (*waste*) dari segala proses atau sistem manufaktur dalam suatu perusahaan [2][18].

Green Manufacturing (GM) merupakan praktek-praktek manufaktur yang aman bagi lingkungan setiap fase perjalanannya [14][15][17]. Namun ruang lingkup, sifat kegiatan, dan fokus dari GM terus berubah terhadap waktu. GM tidak dapat dibatasi pada manufaktur saja. Ide GM pada dasarnya merupakan sebuah proses dari sistem yang memberi dampak minimal pada lingkungan atau tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan ketahanan perusahaan (*sustainability*) terhadap persaingan usaha melalui pengurangan pemborosan dengan metode *lean* dan memberikan perhatian penuh terhadap kelestarian lingkungan pada manufaktur (*concern in environment climate*) dengan konsep *green manufacturing*.

METODE

Dalam langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penelitian ini seperti halnya melakukan identifikasi masalah, melakukan kajian pustaka, melakukan pengumpulan dan pengolahan data dan menganalisis hasil dari suatu penelitian tersebut. dan terakhir adalah menyimpulkan hasil dari suatu penelitian yang telah dilakukan tersebut. Berikut merupakan *flowchart* metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN**Pengumpulan Data**

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan dalam menyusun laporan penelitian ini. Data yang akan diperoleh nantinya akan diolah dengan metode-metode yang sesuai dalam upaya mencapai tujuan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya. Adapun yang harus dilakukan Data primer yang dibutuhkan yaitu mengenai data aktivitas kerja meliputi aliran informasi *raw material*, dan aliran informasi mengenai *waste*. Selanjutnya yaitu data mengenai waktu proses *cycle time* pada proses produksi kain katun di PT. Sekar Lima Pratama. Data sekunder meliputi gambaran umum perusahaan, sejarah singkat perusahaan, spesifikasi mesin dan perusahaan, kebutuhan energi, bahan baku dan penolongnya, jenis produk yang dihasilkan, data historis mengenai permintaan, produksi, dan *waste* yang terjadi dalam kurun waktu enam bulan terakhir.

Bahan Baku, Bahan Penolong dan Penggunaan Energi

Bahan baku utama dalam proses *finishing* merupakan produk olahan kain yang di produksi dari divisi tenun. Selanjutnya tenun tersebut akan dilakukan proses *finishing*. Pada proses ini memerlukan beberapa bahan campuran untuk mendapatkan kain yang sesuai permintaan pelanggan. Berikut adalah bahan baku untuk proses *finishing* yang ditampilkan pada Tabel 1.

Aliran Informasi Mengenai Penanganan Limbah

Aliran informasi mengenai penanganan limbah pada PT. Sekar Lima Pratama merupakan standar yang telah dibuat dan ditetapkan perusahaan. Informasi mengenai penanganan limbah pada perusahaan ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 1. Bahan Baku untuk Proses *Finishing*

No.	Bahan Baku/Penolong	Kapasitas (vol/waktu)	Bentuk Fisik	Cara Penyimpanan
Bahan Baku				
I	Kain Katun	50.000 m/bl	Padat	Gudang
Bahan Penolong				
1.	Ecowet	500 kg/bl	Cair	Drum plastik
2.	Protase	1200 kg/bl	Cair coklat	Drum plastik
3.	H ₂ O ₂	500 kg/bl	Cair jernih	Drum plastik
4.	Leocophor	400 kg/bl	Cair violet	Drum plastik
5.	Soda Abu	700 kg/bl	Serbuk	Karung plastik
6.	Sodium hypochlorid	3500 kg/bl	Cair kuning	Drum plastik
7.	Natrium thiosulfat	20 kg/bl	Kristal Serbuk	Kantong Plastik
8.	Sodium hidrosulfat	10 kg/bl	Serbuk	Drum seng
9.	Caustic soda flake	1700 kg/bl	Flake	Kantong Plastik
10.	Water glas	125 kg/bl	-	Drum seng
11.	Oxalid Acid	75 kg/bl	Kristal	Kantong Plastik
12.	Prolovet	100 kg/bl	Gel	Drum Plastik
13.	Garam	6500 kg/bl	Padat	Kantong Plastik
14.	Caustic soda air	27.500 kg/bl	Cair	Tangka

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi *lean manufacturing* terdiri beberapa Teknik atau alat yang ada pada konsep *lean manufacturing* meliputi pembuatan *current value stream mapping*, melakukan identifikasi *waste*, melakukan *detail mapping* dengan VALSAT, serta perancangan *future value stream mapping*. Pada metode *green manufacturing* akan dilakukan pengolahan data yang telah dikumpulkan dengan pengolahan *life cycle assessment* kemudian pengolahan *Eco-cost per value ratio*, dan melakukan identifikasi 6R (*reuse, recover, redesign, remanufacturing, reuse, reduce*).

Tabel 2. Informasi Penanganan Limbah pada Perusahaan

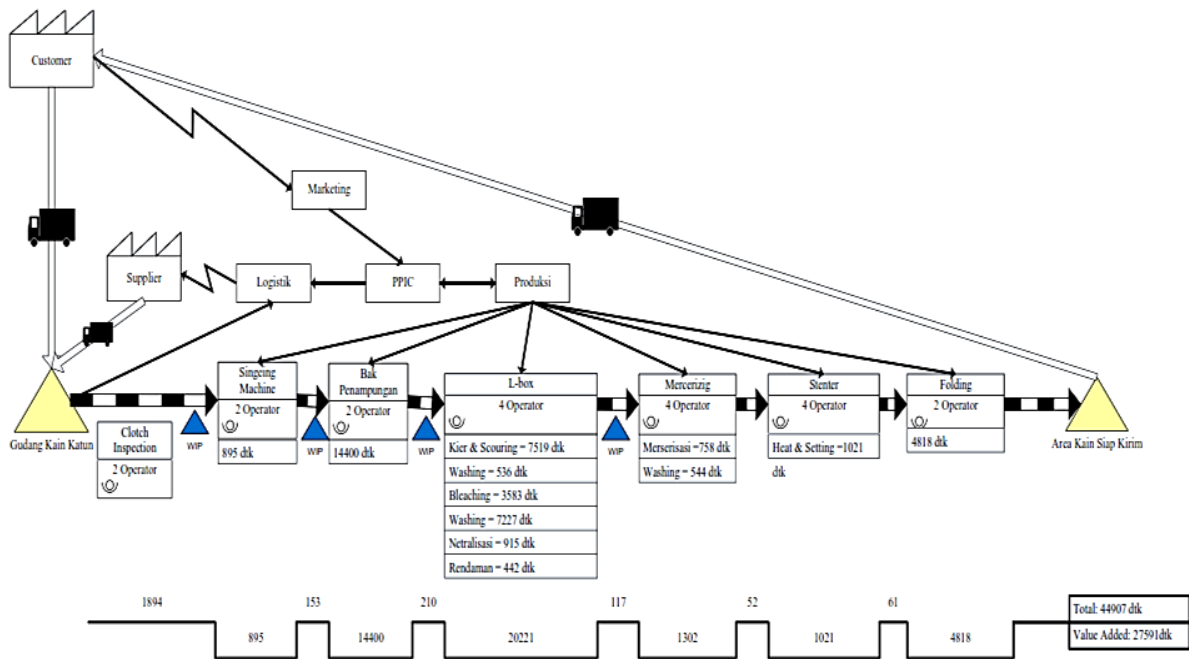
No.	Pengklasifikasian Limbah	Penanganan Limbah
1.	Limbah gas dan kebisingan berasal dari penggunaan bahan bakar pada boiler untuk menghasilkan uap, dan kebisingan berasal dari mesin-mesin produksi.	Untuk gas buang dikelola dengan disemprot air dan abu terbang akan mengendap didalam air, sedangkan untuk kebisingan, karyawan diwajibkan menggunakan <i>earplug</i> , untuk suara pada dinding blower dipasang peredam suara dan dilakukan penanaman pohon yang rindang pada lingkungan pabrik.
2.	Limbah Padat a. Hasil buangan produksi meliputi, sisa kain cacat, bulu-bulu sisa penghalusan kain. b. Limbah lumpur hasil IPAL yang berasal dari pengendapan.	a. Limbah sisa produksi ini dikumpulkan dan dipilih sesuai jenisnya. Selanjutnya dikumpulkan untuk diambil pengepul setiap dua minggu sekali. b. Limbah lumpur pada penampungan diangkat untuk selanjutnya dikeringkan, untuk penggunaanya sementara ini hanya mengurug tanah di pabrik.
3.	Limbah Cair Limbah cair berasal dari utilitas (Ketel, <i>cooling tower</i> , <i>softener</i>), unit proses (<i>kier ketel</i> , <i>netralisasi mangle</i> , <i>merserisasi</i> , <i>jigger</i>), pendinginan mesin -mesin, bengkel (ceceran minyak).	Penanganan adalah dialirkan menuju bak control melalui saluran air limbah (terpisah dari air hujan). Dari bak control masuk pada bak <i>equalisasi</i> untuk limbah cair dari katun dan rayon. Setelah limbah cair menjadi homogen atau seragam kemudian dialirkan menuju bak proses untuk terjadinya proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi yang digunakan adalah ferosulfat dan kapur. Sedang flokulasi merupakan proses fisik karena di sini akan terbentuk flok-flok yang akan mudah mengendap di bak sedimentasi. Air limbah yang sudah jernih dialirkan ke bak <i>cooling spray</i> agar pH dan suhu menjadi normal. Selanjutnya air dialirkan ke bak penampung dan kemudian dipompa ke bak filter untuk dilakukan penyaringan dan dialirkan ke lingkungan.

Pengolahan Data Dengan Metode Lean Manufacturing

Analisa dengan menggunakan *value stream mapping* (VSM) didapatkan aktivitas *value added* dan aktivitas *non-value added*.

Tabel 3. Pembobotan *Detail Mapping*

<i>Detail Mapping</i>	<i>Weight</i>	Peringkat
<i>Process Activity Mapping</i>	47,625	1
<i>Supply Chain Response Matrix</i>	33,000	2
<i>Product Variety Funnel</i>	6,875	6
<i>Quality Filter Mapping</i>	23,000	3
<i>Demand Amplification Mapping</i>	18,000	4
<i>Decision Point Analysis</i>	11,875	5
<i>Physical Structure</i>	1,125	6



Gambar 2. Current Value Stream Mapping Proses Finishing Kain Katun

Tabel 4. Rekapitulasi Process Activity Mapping Proses Finishing Kain Katun

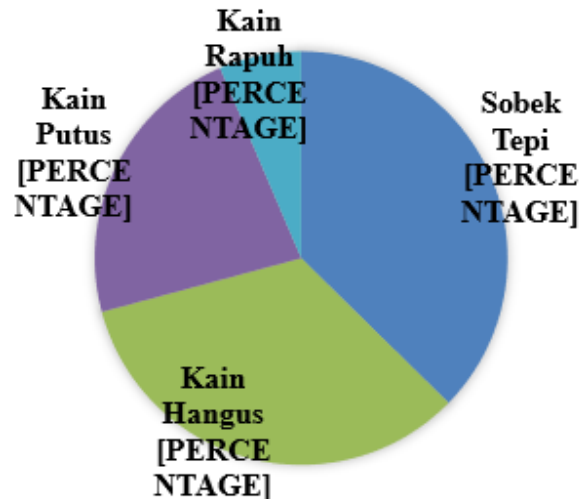
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Prosentase (%)
Operation	17	42613	41,63
Transportation	6	264	4,09
Delay	2	1860	52,12
Inspect	1	45	1,2
Storage	2	125	0,88
Total	28	44907	100
Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Prosentase (%)
VA	12	27591	61,44
NVA	5	2165	4,82
NNVA	11	15151	33,74
Total	28	44907	100

Quality Amplification Mapping

Tabel 5. Hasil Rekap Penyebab Cacat Produk Kain Katun

Kode	Jenis Kegagalan	Indeks Frekuensi	Probabilitas
014	Klip pada mesin stenter aus	3	0,46
022	Pencampuran obat untuk finishing kan	3	0,17
023	Jepitan roll pada kain tidak seimbang	2	0,54
024	Terburu-buru memasang kain pada mesin	2	0,33
025	Tidak memeriksa keseimbangan roll penjepit	3	0,37
026	Lalai mengganti klip penjepit stenter yang aus	3	0,08
027	Lalai mengawasi bara api pada mesin singer	3	0,17
028	Mesin sudah tua	1	0,83
029	Katup bara api yang sudah aus	3	0,46
030	Putaran terlalu lambat	4	0,25
031	Putaran terlalu cepat	4	0,42
032	Jenis enzym yang digunakan kurang baik	3	0,25
033	Pencampuran tidak teliti	3	0,46

Sumber : Data Perusahaan 2018 (diolah)

Gambar 3. Diagram *Quality Amplification Mapping*

Berdasarkan Tabel 5 di atas maka probabilitas terbesar penyebab terjadinya kecacatan produk kain katun adalah pada jenis cacat sobek bagian tepi dengan probabilitas sebesar 0,86. Berikut merupakan hasil akar penyebab permasalahan jenis cacat produk kain katun sobek bagian tepi yang dilihat dari *basic event* dari analisis menggunakan FTA. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan diskusi dengan beberapa pihak yang berkompeten terhadap proses pembuatan tekstil maka penyebab terjadinya sobek tepi antara lain: (1) klip mesin stenter aus, (2) jepitan roll pada yang tidak seimbang, (3) roll tidak menjepit kain dengan sempurna, (4) terburu-buru memasang kain pada mesin, tidak memeriksa keseimbangan roll penjepit, dan (5) lalai mengganti klip penjepit stenter yang aus.

Supply Chain Response Matrix

Berdasarkan detail mapping dari tabel VALSAT maka *supply chain response matrix* sebagai mapping tools yang dipilih untuk menganalisa kebutuhan produksi *finishing* kain katun. *Tools* yang dipilih untuk menganalisa yaitu *Master Production Schedule* (MPS). *Tools* ini dipilih untuk melakukan penjadwalan jumlah produksi.

Tabel 6. Rancangan *Master Production Schedule*

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Actual Demand</i>	42.000	45.000	50.000	50.000	45.000	50.000	45.000	50.000	45.000	47.000	50.000	50.000
<i>Projected Available</i>	8000	15.173	17.346	24.519	26.692	28.865	36.038	38.211	45.384	50.557	557	2730
MPS	0	52.173	52.173	52.173	52.173	52.173	52.173	52.173	52.173	52.173	0	52.173

Pada Tabel 6 *lot size* sebesar 52.173 meter, maka total produksi yang dapat dilakukan yaitu sebesar 521.730 m dalam satu tahun. Hasil ini lebih kecil dari produksi yang dilakukan perusahaan pada saat ini dengan total produksi dalam satu tahun yaitu 568.948 m. Selisih dari produksi saat ini dan pada saat penerapan MPS yaitu sebesar 47.218 m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Metode *Lean Manufacturing*

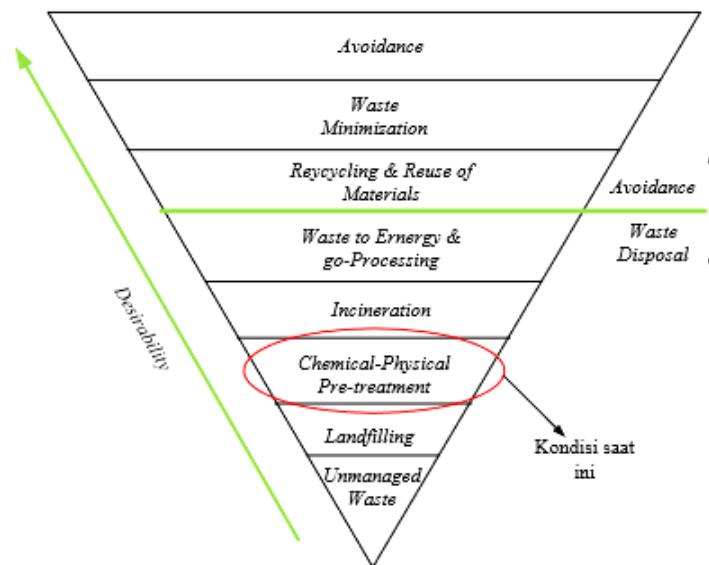
Berdasarkan pengolahan dengan *Process Activity Mapping* (PAM) didapatkan aktivitas-aktivitas pada proses *finishing* kain katun yang meliputi aktivitas *value added*, *non value added*, dan *necessary non value added*. Berikut merupakan hasil matriks VALSAT yang menunjukkan *mapping tools* yang sesuai dengan jenis pemborosan yang terjadi.

Tabel 7. Value Stream Analysis Tools Proses Finishing Kain Katun

Waste	Weight	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Product Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Over Production	1,000	1,000	3,000		1,000	3,000	3,000	
Waiting	1,625	14,625	14,625	1,625		4,875	4,875	
Transport	0,625	5,625		1,875	0,625		0,625	
Innapropriate process	1,625	4,875						
Inventory	1,125	2,250	6,750	2,250		6,750	2,250	0,750
Unnecessary motion	1,750	15,750	5,250					
Defect	2,375	3,125		5,750	28,125			
Total		47,250	29,625	5,750	29,750	14,625	10,750	0,750
Peringkat		1	3	6	2	4	5	7

Analisa Green Manufacturing

Berdasarkan indentifikasi *green manufacturing* pada objek yang diteliti bertujuan untuk menganalisa sejauh mana perusahaan menerapkan *green manufacturing* dalam proses produksi. Peneliti melakukan indentifikasi *green manufacturing* pada objek yang diteliti bertujuan untuk menganalisa sejauh mana perusahaan menerapkan *green manufacturing* dalam proses produksi.



Gambar 4. Konsep Piramida *Green Manufacturing* Perusahaan

Dari identifikasi konsep piramida *green manufacturing*, kondisi perusahaan belum mencapai tingkat *avoidance* atau menerapkan konsep *green* secara menyeluruh. Ini ditunjukan dengan kebijakan perusahaan tentang pengolahan *waste* yang meliputi *unmanaged waste*, *landfilling*, dan *chemical-physical pre-treatment*.

Analisa Life Cycle Assessment

Berdasarkan identifikasi yang dilakukan pada perusahaan hasil pengolahan *life cycle assessment* dengan menggunakan bantuan software simapro 8.0 dengan metode eco-indicator 99 (H) didapatkan hasil pada *process contribution*, *characterization*, dan *damage assessment* sebagai berikut.

Tabel 8. Pengelompokan *Damage Assessment*

<i>Damage category</i>	Satuan	Kain Katun
<i>Human health</i>	DALY	4,881
<i>Ecosystem quality</i>	PDF*m2yr	310,000
<i>Resources</i>	MJ surplus	1615,646

Hasil dari pengolahan *software* Simapro 8.0 menghasilkan dampak kerusakan pada *human health* 4,88133 DALY yang diartikan sebagai 4,8813 tahun kehidupan sehat hilang dari seseorang. *Ecosystem quality* yang ditimbulkan yaitu sebesar 310,0000 PDF*m2yr, artinya yaitu kerusakan ekosistem atau spesies seluas 310,0000 m² dalam satu tahun. Sedangkan untuk *resources* menghasilkan dampak 1615,646 MJ *sueplus* yang berarti jumlah energi dasar yang dibutuhkan untuk melakukan ekstraksi sumber daya alam. Berdasarkan identifikasi *life cycle assessment* dan *life cycle impact assessment*, maka didapatkan biaya *eco-cost* dari proses *finishing* kain katun adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Variabel Berkatagori *Attractive*

<i>Damage Category</i>	Unit	Kain Katun	Faktor Konversi	Konversi (Rp)	<i>Eco Cost</i> (Rp)
<i>Human Health</i>	DALY	0,488	36.121,89		608.416.589,70
<i>Ecosystem Quality</i>	PDF*m2yr	0,310	0,43	16.843,4	7.310,04
<i>Resources</i>	MJ surplus	16,160	0,07		1.118,45
Total					Rp 608.425.018,20

Berdasarkan hasil perhitungan *eco-cost* diatas didapatkan hasil untuk biaya penanganan dampak lingkungan yaitu sebesar Rp 608.425.018,20.

Tabel 10. *Process Contribution* pada Proses *Finishing* Kain Katun

No.	<i>Process</i>	<i>Project</i>	Unit	Total
	<i>Total of All Processes</i>		Pt	248,76
	<i>Remaining Processes</i>		Pt	3,17
1.	<i>Electricity, Anthracite coal at power plant/RNA</i>	USLCI	Pt	174,62
2.	<i>Anthracite coal, combusted in industrial boiler/RNA</i>	USLCI	Pt	50,02
3.	<i>Anthracite coal, at mine/RNA</i>	USLCI	Pt	15,53
4.	<i>Crude oil, at production/RNA</i>	USLCI	Pt	3,05
5.	<i>Electricity, high voltage (ASCC), electricity production, natural gas, combined cycle power plant/Alloc Def, S</i>	<i>Ecoinvent 3-allocation default system</i>	Pt	1,17
6.	<i>Transport, combination truck, diesel powered/US</i>	USLCI	Pt	1,16

Dari identifikasi *process contribution* di atas berdasarkan input energi dan keluaran dari proses *finishing* kain katun dapat diketahui pada total keseluruhan proses *finishing* kain katun memiliki dampak sebesar 248,76 Pt. Unit satuan dalam *software* simapro yaitu Pt (*point*) skala 1 Pt mewakili seperseribu beban lingkungan tahunan untuk satu penduduk rata-rata di Eropa.

Usulan Perbaikan Berdasarkan Integrasi *Lean Manufacturing* dengan *Green Manufacturing*

Berdasarkan identifikasi *process activity mapping* didapatkan waste pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) pada proses *finishing* kain katun. Aktivitas tersebut selanjutnya akan dikelompokan untuk dilakukan perbaikan dengan pendekatan 6R (*reuse, reduce, recycle, remanufacturing, recover, redesign*). Berikut merupakan usulan perbaikan berdasarkan *mapping tools* PAM.

1. *Reuse*

Berdasarkan PAM aktivitas menunggu pengisian uap panas akan dilakukan perbaikan dengan melakukan pemanfaatan limbah terolah kondensat untuk umpan pada mesin boiler. Mesin yang menghasilkan limbah kondensat yaitu mesin *mercerizing*, l-box, dan stenter. Menurut ahli *finishing* pada perusahaan, limbah dari mesin tersebut dapat menghasilkan 20% kondensat, ini artinya dari limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk umpan boiler sehingga dapat mereduksi 20% waktu total untuk menunggu uap panas. Maka waktu tunggu didapatkan:

$$1800 \text{ detik} \times 20\% = 340 \text{ detik}$$

$$1800 \text{ detik} - 340 \text{ detik} = 1440 \text{ detik}$$

Sehingga waktu untuk menunggu uap panas berkurang menjadi 1440 detik.

Aktivitas selanjutnya yang akan dilakukan perbaikan yaitu mengisi air pada bak penampungan untuk proses penghilangan kanji. Perbaikan dilakukan dengan memanfaatkan air pendingin pada mesin *singeing*. Menurut ahli *finishing* kain air pendingin pada mesin *singeing* masih dalam kondisi bersih sehingga dapat langsung dialirkan menuju bak penampungan penghilangan kanji. Aktivitas pencampuran zat untuk kebutuhan pada mesin L-box pemanfaatan air limbah cucian *bleaching* ditampung untuk digunakan kembali pada proses *scouring*. Menurut ahli *finishing* kain hal ini dapat dilakukan namun kebijakan manajemen yang belum dapat dibuat SOP yang sesuai.

2. *Redesign*

- a. Melakukan desain ulang dengan membuat pipa menuju mesin *boiler* untuk mengalirkan limbah kondensat dari mesin *mercerizing*, l-box, dan *stenter*. Setelah dilakukan diskusi dengan ahli *finishing* pada perusahaan, penambahan pipa bisa dilakukan dengan menambahkan beberapa pompa untuk umpan kondensat menuju boiler.
- b. Melakukan desain guna memanfaatkan air sisa dari pendingin mesin *singeing* untuk selanjutnya dialirkan menuju bak penampungan pada proses penghilangan kanji. Dengan menambahkan pipa untuk mengalirkan air tersebut, sehingga pengisian air dapat memanfaatkan sisa air pendingin mesin *singeing* dan mengurangi penggunaan air dari sumur pada pabrik.
- c. Perbaikan dengan melakukan desain penambahan pipa pada mesin l box, ini bertujuan untuk mengalirkan air limbah dari proses *bleaching* untuk dimanfaatkan pada proses *scouring*.
- d. Perbaikan dengan melakukan desain ulang *standart operational procedure* (SOP) dengan melakukan pergantian beberapa proses seperti proses pengisian air pada bak penampung penghilangan kanji, proses pencampuran obat untuk penghilangan kanji, pencampuran obat untuk kebutuhan mesin l-box, dan pencampuran obat kebutuhan merserisasi. Berikut merupakan SOP usulan perbaikan pada proses *finishing* kain katun.

KESIMPULAN

Dari analisa hasil penelitian yang telah dilakukan terkait implementasi *lean* dan *green manufacturing* yang dilakukan pada PT. Sekar Lima Pratama didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan identifikasi dengan konsep *lean manufacturing* yang dilakukan, maka dapat disimpulkan *waste* yang terjadi pada proses *finishing* kain katun meliputi *waste delays* (*waiting time*), *process*, dan *defect*. *Waste* didapatkan melalui analisa tabel VALSAT yang menghasilkan *mapping tools* dengan peringkat tertinggi yaitu *process activity mapping* dengan bobot 47,625, *quality filter mapping* dengan bobot 33,00, dan *supply chain response matrix* dengan bobot 23,00.
2. Berdasarkan analisa mengenai tingkat *eco-efficieneci* dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment* proses *finishing* kain katun didapatkan hasil yaitu sebesar 248,76 Pt. untuk *life cycle impact assessment* yang menghasilkan tiga *damage category human health* sebesar 4,8813 DALY, *damage category ecosystem quality* sebesar 310,000 PDF*m2yr, dan untuk

damage category resources 1615,646 MJ surplus.dengan biaya *eco-cost* sebesar Rp. 608.425.018,2.

3. Berdasarkan konsep piramida *Green Manufacturing* usulan pada proses ramah lingkungan yaitu dengan meningkatkan level perusahaan dari level *Chemical-Pretreatment Pre-Treatment* menuju level *Reycling* dan *Reuse of Materials*. Usulan yang dibuat adalah dengan memanfaatkan limbah kondensat sebagai umpan boiler, sisa air pendingin mesin *sigeing* yang dimanfaatkan kembali untuk proses penghilangan kanji, memanfaatkan air sisa cucian *bleaching* untuk proses *scouring*, dan melakukan rekayasa untuk komponen mesin yang masih bisa digunakan.

Implikasi Manajerial

Adapun implikasi manajerial yang diharapkan dengan adanya penelitian ini kepada perusahaan yang menjadi objek penelitian adalah sebagai berikut:

1. Terjadinya peningkatan *sustainability* pada perusahaan, dimana perusahaan harus lebih berkomitmen pada penanganan *waste* yang terjadi pada proses produksi.
2. Perusahaan lebih memperhatikan dampak yang dihasilkan oleh proses produksi yang dapat berdampak langsung pada lingkungan dengan melakukan pemanfaatan limbah untuk diolah kembali agar menjadi limbah yang bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan proses.
3. Perusahaan akan lebih mempertimbangkan biaya untuk meminimalkan *waste* dan penanganan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dornfeld, D. A. *Green Manufacturing: Fundamentals and Applications*. New York: Springer Science Business Media, 2013.
- [2] Prabowo, R. "Analisa Pemilihan Supplier Polyurethan dengan *Vendor Performance Indicator* Berbasis *Quality, Cost, Delivery, Flexibility, dan Responsiveness* di PT. Sinar Foam Jaya Surabaya," *Jurnal IPTEK*, vol. 17, no. 1, Mei 2013.
- [3] Amaranti, R., Irianto, D., dan Govindaraju, R. "Green Manufacturing Kajian Literatur," dalam *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017*, p. 171-181, Surakarta 2017.
- [4] Dües, C.M., Tan, K. M., dan Lim, M, "Green as the New Lean: How to Use Lean Practices as A Catalys to Greening Your Supply Chain," *Journal of Cleaner Production*, vol. 40, p. 93-100, 2013.
- [5] Garza-Reyes, J. A., "Green Lean and The Need for Six Sigma," *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 6, no. 3, p. 226-248, 2015.
- [6] Gaspersz, V. *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2012.
- [7] Heizer, J. H., Render, B., *Operation Management: Student Lecture Guide*. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [8] Jayal, A. D., Badurdeen, F. Jr. O. W. D., dan Jawahir, I. S. "Sustainable Manufacturing: Modeling and Optimization Challenges at The Product, Process, and System Levels," *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 2, p. 144–152, 2010.
- [9] Liker, K. J., *The Toyota Way*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- [10] Luglieti, R. "Life Cycle Assessment Tool Implemented in Household Refrigeration Industry," *Journal of Cleaner Production*, vol. 40, p. 101-111, 2017.
- [11] Sangwan, K. S. dan Mittal, V. K., "A Bibliometric Analysis of Green Manufacturing and Similar Frameworks," *Management of Environmental Quality: An International Journal*, vol. 26, no. 4, p. 566–587, 2015.
- [12] Carvalho, H., Duarte, S., dan Cruz-Machado, V. "Lean, Agile, Resilient and Green: Divergences and Synergies," *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 2, no. 2, p. 151-179, 2011.
- [13] Wakjira, W., Altenbach, H., dan Ramulu, J., "Optimization of Manufacturing Sustainability in The Ethiopian Industries," *Journal of Cleaner Production*, vol. 40, p. 41-52, 2018
- [14] Prabowo, R. "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Oli Untuk Mesin Diesel Tipe G4J-801, G5J-801 dan G7J-801 di PT. Hansan Asembling–Malang," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 1, no. 1, p. 33-43, April 2017.

-
- [15] Rinawati, D. dan Sari, D. “Pengukuran Tingkat Eko-efisiensi Menggunakan Life Cycle Assessment untuk Menciptakan Sustainable Production di Industri Kecil Menengah Batik,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 14, no. 2, p.137-144, Desember 2012.
- [16] Rinawati, D., Sari, D., dan Nugroho, S., “Pengelolaan Produksi Pendekatan *Lean and Green* untuk Menuju Industri Batik yang Berkelanjutan (Studi Kasus di UKM Batik Puspa Kencana),” *Jurnal UNDIP*, vol. 8, no. 1, Januari 2013.
- [17] Sangwan, K. S. “Development of A Multi Criteria Decision Model for Justification of Green Manufacturing Systems,” *International Journal of Green Economics*, vol. 5, no. 3, p. 285–305, 2011.
- [18] Tseng, M., Shun, A., Chiu, F., #Tan, R. R., dan Siriban-manalang, A. B., “Sustainable Consumption and Production for Asia: Sustainability through Green Design and Practice,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 40, p. 1–5, 2013.
- [19] Dornfeld, D. A., “Moving Towards Green and Sustainable Manufacturing,” *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, vol. 1, no. 1, p. 63–66, 2014.