

**PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI WASTE PROSES
PRODUKSI *BROWN PAPER*
(Studi Kasus: PT Kertas Leces, Kabupaten Probolinggo)**

**LEAN SIX SIGMA APPROACH TO REDUCE WASTE ON BROWN PAPER
PRODUCTION PROCESS
(Case Study: PT Kertas Leces, Probolinggo District)**

Novia Alvin Nur Annisa¹⁾, Sugiono²⁾, Ceria Farela Mada Tantrika³⁾

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: noviaalvin@gmail.com¹⁾, sugiono_ub@ub.ac.id²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT Kertas Leces merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi pulp dan kertas. Pada proses produksinya, masih sering dijumpai terjadinya waste. Untuk mengurangi waste yang teridentifikasi, digunakan pendekatan lean six sigma melalui upaya peningkatan terus-menerus. Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan siklus define, measure, analyse, improve, dan control (DMAIC). Hasil penelitian menunjukkan teridentifikasi 5 jenis waste pada proses produksi brown paper yakni defect, waiting, unnecessary inventory, inappropriate processing, dan excess transportation. Rekomendasi perbaikan diberikan terhadap waste dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sesuai pengolahan data pada Failure Mode and Effect Analyze (FMEA). Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah mengganti alat material handling dengan menggunakan tangga berjalan, melakukan kegiatan maintenance yang tepat dengan melakukan penggantian periodik pada komponen Wire Part, penggunaan label peringatan, serta evaluasi dan pemilihan supplier yang optimal. Setelah diberikan rekomendasi perbaikan, langkah selanjutnya adalah memperkirakan penurunan nilai RPN pada FMEA berdasarkan rekomendasi yang diberikan.

Kata kunci: *Lean Six Sigma, waste, DMAIC, FMEA.*

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia bisnis terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Masing-masing perusahaan bersaing menawarkan produk yang berkualitas tinggi sesuai ekspektasi konsumen. Dalam persaingan di pasar global hanya produk yang berkualitas baik yang akan selalu diminati, karena kualitas merupakan pemenuhan pelayanan kepada konsumen. Hal ini dapat dijadikan sebagai pedoman bahwa pengendalian kualitas merupakan bagian dari proses produksi yang sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas produk, sehingga pemenuhan pelayanan kepada konsumen dapat tercapai (Susetyo, Winarni dan Hartanto, 2011).

PT Kertas Leces (Persero) adalah perusahaan manufaktur di Probolinggo yang memproduksi *pulp* dan kertas. Jenis kertas yang dihasilkan PT Kertas Leces (Persero) adalah *brown paper*, kertas putih (*Fine Paper*) dan kertas mulia. Dalam penelitian ini akan berfokus pada produk *brown paper* dikarenakan produk ini merupakan produk yang paling rutin diproduksi dan menjadi produk unggulan di

perusahaan. Produk *brown paper* adalah produk yang dijual perusahaan dengan sistem *business to business*.

Brown paper yang dihasilkan PT Kertas Leces (Persero) merupakan produk yang diproduksi pada *Paper Machine* 1, 2, dan 3 di perusahaan. Pembuatan produk dimulai dari kedatangan *raw material* berupa karton bekas yang kemudian diproses pada *Pulp Plant*. Pada *plant* ini material akan berubah menjadi bubur kertas dan akan mengalami proses lanjutan pada *Paper Machine Plant* untuk diproses menjadi *brown paper* dalam bentuk *roll*. *Paper Machine* 1, 2, dan 3 merupakan *Paper Machine* yang bekerja secara paralel dalam memproduksi *brown paper* sehingga prinsip kerja dari ketiga *Paper Machine* ini sama. Pada pembahasan selanjutnya, akan dilakukan penelitian pada *Paper Machine* 3 saja. *Paper Machine* 3 merupakan *Paper Machine* dengan kondisi dan usia mesin yang paling optimal dibanding kedua *Paper Machine* yang lain.

Dalam proses produksinya, PT Kertas Leces (Persero) masih sering menemui berbagai permasalahan yang harus dihadapi.

Permasalahan yang sering dijumpai berkaitan dengan banyaknya jumlah produk yang cacat. Adanya produk cacat ini cukup merugikan perusahaan dalam segi biaya. Produk yang tidak sesuai dengan standar selanjutnya dijual dengan harga yang lebih murah dan biasanya disebut produk KW 2 atau dilakukan pengerjaan ulang untuk diolah kembali menjadi *good finished product*. Sebanyak 944.969kg produk cacat pada produksi 11.780.266kg *brown paper* selama bulan Januari-September 2013.

Permasalahan lain yang dihadapi adalah *delay* yang disebabkan karena adanya keterlambatan bahan baku dan kerusakan mesin. Kekosongan bahan baku menyebabkan mesin berhenti bekerja karena keterlambatan *supply*. Sedangkan kerusakan pada mesin akan menghambat jalannya proses produksi mengingat perlunya perbaikan yang harus dilakukan pada mesin/komponen tersebut. Selama Januari hingga September 2013 terjadi *delay* 6373,411 menit sehingga menyebabkan beberapa keterlambatan.

Berkaitan dengan permasalahan-permasalahan yang dihadapi perusahaan, maka diperlukan suatu teknik pengendalian kualitas untuk meminimasi permasalahan yang dihadapi mulai dari pembuatan produk hingga produk akhir. *Lean Six Sigma* adalah metode pengendalian kualitas yang merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) melalui peningkatan terus menerus radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma, dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan dengan hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi (Gaspersz, 2006).

Untuk itu, peneliti akan melakukan penelitian dan analisis pengendalian kualitas dalam upaya untuk mengurangi jumlah pemborosan di PT Kertas Leces (Persero) dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* sehingga diharapkan dapat meminimasi *waste* yang terjadi. Tahap-tahap dalam penelitian ini dilakukan sesuai siklus DMAIC dengan *tools* Peta Tangan Kanan dan Kiri, Pareto Diagram,

Cause and Effect Diagram, dan FMEA. Pada tahap *Define* digunakan *Flow Process Mapping* untuk menggambarkan aliran proses produksi serta. Tahap *Measure* dimulai dengan menghitung jumlah *waste* yang telah teridentifikasi dan menghitung proporsi masing-masing *waste* untuk menentukan *critical waste*. Pada tahap *Analyze* menggunakan *Cause and Effect Diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *waste*. Selain itu, metode FMEA digunakan pada tahap *Improve* untuk melakukan analisis dan perbaikan guna mengurangi *waste* yang teridentifikasi. *Output* dari penelitian ini adalah diberikannya rekomendasi perbaikan kepada perusahaan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) FMEA. Nilai RPN menyatakan besarnya prioritas suatu kegagalan. *Waste* dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas untuk ditangani terlebih dulu untuk kemudian diberikan rekomendasi perbaikan terkait tipe pemborosan yang terjadi.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif dan penelitian kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha mendeskripsikan dan menginterpretasikan sesuatu, misalnya kondisi atau hubungan yang ada, pendapat yang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi, atau tentang kecenderungan yang tengah berlangsung. Sedangkan penelitian kuantitatif adalah penelitian yang datanya berupa angka-angka (*score*, nilai) atau pernyataan-pernyataan yang diangkakan (*discore*, dinilai), dan dianalisis dengan analisis statistik.

2.1 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Lapangan
2. Studi Pustaka
3. Identifikasi Masalah
4. Perumusan Masalah
5. Penentuan Tujuan Penelitian
6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, *brainstorming*, dan dokumentasi terkait topik penelitian yang diangkat. Data yang diambil adalah:

- a. Jenis-jenis *waste* yang ada pada proses produksi *brown paper*.
- b. *Flow process* pada produksi *brown paper*.

- c. Data waktu siklus operator.
 - d. Data penyebab masing-masing *waste*.
 - e. Profil dan sejarah perusahaan.
 - f. Struktur organisasi perusahaan.
 - g. Jumlah cacat produk pada periode yang diamati.
 - h. Jumlah *waiting time*.
 - i. Jumlah *inventory* bahan baku.
 - j. Jumlah produksi *brown paper* pada periode yang diamati.
 - k. Data jarak transportasi.
7. Pengolahan dan Analisis Data
- Metode pengolahan dan analisis data yang digunakan mengacu pada prinsip *lean six sigma* dengan urutan sebagai berikut:
- a. *Define*
Proses mengidentifikasi masalah yang berkaitan dengan *waste* yang ada dalam proses produksi yang dilakukan dengan:
 - 1) Menggambarkan aliran proses produksi pada *Flow Process Mapping*.
 - 2) Mengidentifikasi *seven waste* pada proses produksi berdasarkan penggambaran *Flow Process Mapping*.
 - b. *Measure*
Kegiatan mengukur *waste* yang telah teridentifikasi, dengan cara:
 - 1) Membuat diagram Pareto untuk masing-masing *waste*.
 - 2) Menentukan *critical waste* pada masing-masing *waste* yang teridentifikasi.
 - 3) Melakukan perhitungan DPMO dan Level Sigma untuk *waste defect*.
 - c. *Analyze*
Merupakan kegiatan menganalisis masalah yang terjadi, beserta sebab-sebab yang menimbulkan masalah tersebut. *Tool* yang digunakan adalah *Cause and Effect Diagram*.
 - d. *Improve*
Merupakan tahap pemberian rekomendasi perbaikan terhadap masalah-masalah yang telah diteliti. Langkah yang dilakukan adalah memberikan rekomendasi perbaikan dengan membuat FMEA. Nilai RPN tertinggi pada FMEA menunjukkan prioritas untuk dikerjakan terlebih dulu. Dari alternatif solusi yang diberikan, kemudian diestimasi nilai RPN terbaru berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan.

- 8. Kesimpulan
Membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan sehingga dapat menjawab tujuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tahap *Define*

Define merupakan tahap awal dalam siklus DMAIC. Pada tahap ini dilakukan aktivitas-aktivitas yang terdiri dari menggambar *Flow Process Mapping* yang berkaitan dengan aliran proses produksi dan mengidentifikasi *waste* yang terjadi sepanjang *Flow Process Mapping*.

3.2 Identifikasi *Waste* pada *Flow Process Mapping*

Identifikasi *seven waste* sepanjang proses produksi yaitu:

1. *Overproduction*
Overproduction merupakan *waste* yang terjadi karena produksi barang jadi yang dihasilkan melebihi permintaan. *Waste overproduction* tidak terjadi pada periode pengamatan Januari-September 2013. Jumlah barang yang diproduksi cukup jauh dibanding order yang diterima.
2. *Defect*
Defect merupakan jenis *waste* berupa penyimpangan produk yang ditemukan pada proses produksi. *Defect* teridentifikasi pada Gudang Bahan Baku, Hydrapulper, Selectpurge, HD Cleaner, Vibrating Screen, Reeler dan Rewinder.
3. *Waiting*
Waiting (delay) adalah proses menunggu kedatangan material, informasi, peralatan dan perlengkapan yang tidak memberikan nilai tambah. Pada proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero), *waste waiting* ditemukan pada Gudang Bahan Baku, Hydrapulper, MF Screen, Surge Tank, HD Storage dan beberapa stasiun lain.
4. *Unnecessary Inventory*
Unnecessary inventory adalah penumpukan produk jadi, *Work In Process (WIP)* maupun bahan baku di gudang dan di aliran produksi. Pada proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero), *unnecessary inventory* terjadi pada Gudang Bahan Baku, Tanki 01, Tanki 03, Tanki 04, Tanki 06, Surge Tank, dan HD Storage.
5. *Inappropriate Processing*
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada proses produksi, proses yang tidak

memberikan nilai tambah adalah proses penggulungan pada stasiun Reeler dan stasiun Rewinder yang menghasilkan *defect* pada produk.

6. *Unnecessary Motion*

Waste unnecessary motion merupakan *waste* yang menganalisis pergerakan tangan kanan dan kiri operator. Pengamatan pada *waste* ini dilakukan pada stasiun Reeler, Rewinder dan Finishing yang merupakan pekerjaan yang dilakukan oleh operator.

7. *Excess Transportation*

Proses transportasi pada proses produksi *brown paper* yang merupakan *waste* adalah proses perpindahan material dari Gudang Bahan Baku ke Hydrapulper, transportasi *pulp* dari Bleach Washer Repulper ke HD Storage, pemindahan *roll* kertas dari Reeler ke Rewinder, transportasi *roll* dari Rewinder ke Stasiun Finishing serta pengangkutan barang jadi dari Finishing menuju Gudang Barang Jadi.

3.3 Tahap Measure

3.3.1 Pengukuran Seven Waste

1. *Overproduction*

Waste overproduction merupakan jenis *waste* yang terjadi akibat produksi barang jadi yang melebihi jumlah permintaan atau memproduksi barang yang terlalu cepat (Hines & Taylor, 2000). Berdasarkan data yang diperoleh, tidak terjadi *overproduction* pada produk *brown paper* selama bulan Januari sampai September 2013 seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Jumlah Produksi dan Permintaan

Bulan	Jumlah (kg)		<i>Overproduction (Lessproduction)</i>
	Produksi	Permintaan	
Jan	1.564.849	7.221.000	(5.656.151)
Feb	1.922.877	6.510.000	(4.587.123)
Mar	1.318.693	7.234.000	(5.915.307)
Apr	590.808	7.006.000	(6.415.192)
Mei	33.324	7.234.000	(7.200.676)
Jun	867.418	7.000.000	(6.132.582)
Jul	1.095.996	7.216.000	(6.120.004)
Agst	776.864	7.191.000	(6.414.136)
Sept	3.609.437	7.000.000	(3.390.563)

2. *Defect*

Waste defect merupakan *waste* yang terjadi akibat adanya jumlah produk yang cacat yang ditemukan pada produk akhir yang diproduksi. Pada proses produksi

brown paper di Paper Machine 1, 2, dan 3, diketahui terdapat beberapa macam *defect* yang terjadi beserta jumlah *defect product* yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Defect* Bulan Januari-September 2013

Jenis Cacat	Jumlah (kg)
Gramatur menyimpang	423.162
Profil <i>roll</i> jalur/flui/gembos	135.118
Kertas pecah	189.493
Potongan kurang rapi	92.761
<i>Cobb test</i> tinggi	28.409
Kertas berlubang	69.784
<i>Ring crush under</i> spesifikasi	2.028
Lain-lain	4.214

3. *Waiting*

Waste waiting merupakan *waste* yang umumnya dikaitkan dengan proses menunggu kedatangan material, informasi, peralatan dan perlengkapan yang tidak memberikan nilai tambah. Sedangkan jenis *waiting* dan jumlah *idle time* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data *Waiting* Bulan Januari-September 2013

Jenis <i>Waiting</i>	<i>Idle Time</i> (menit)
Listrik	90,67
Mekanik	303,55
Proses	357,746
PLTU	1227,995
<i>Hydrolic Pneumatic</i>	23,95
PO	4275,35
<i>Instrument</i>	94,15
Total	6373,411

4. *Unnecessary Inventory*

Unnecessary inventory merupakan kelebihan persediaan berupa *inventory* bahan baku, WIP, maupun *inventory* barang jadi.

a. *Inventory Bahan Baku*

Merupakan penumpukan bahan baku pada Gudang Bahan Baku. Tabel 4 menunjukkan jumlah *inventory* yang ditimbun di gudang.

Tabel 4. *Inventory* Bahan Baku Tahun 2013

Bulan	<i>Inventory</i> (kg)
Januari	1.380.910
Februari	855.129
Maret	1.724.388
April	1.525.971
Mei	1.494.712
Juni	700.712
Juli	635.188
Agustus	593.829
September	572.602

b. *Inventory* WIP

Pada proses produksi *brown paper* terjadi penumpukan bahan setengah jadi pada beberapa stasiun kerja. Data mengenai jumlah *inventory* WIP pada proses produksi *brown paper* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Inventory* WIP

Stasiun	Jumlah <i>inventory</i> WIP (kg)
Tanki 01	2.000
Tanki 03	750
Tanki 04	450
Tanki 06	1.150
Surge Tank	3.000
HD Storage (TMP & SCP)	91.000

c. *Inventory* Barang Jadi

Inventory barang jadi merupakan penimbunan barang jadi di gudang. Dikarenakan tidak terjadi *overproduction* pada proses produksi *brown paper* maka *inventory* barang jadi juga tidak terjadi.

5. *Inappropriate Processing*

Jumlah produk yang mengalami proses *rework* pada Broke Chest ditunjukkan pada Tabel 6.

6. *Unnecessary Motion*

Untuk aktivitas yang dilakukan oleh operator pada stasiun Reeler, Rewinder, dan Finishing dapat diketahui bahwa *motion* yang dilakukan operator masih dianggap wajar jika dilihat dari *step by step* yang dilakukan. Operator telah melakukan pekerjaan sesuai prosedur *safety*.

Tabel 6. Jumlah Pengerjaan Ulang pada Broke Chest Tahun 2013

Bulan	Broke Chest (kg)
Januari	103.001
Februari	126.023
Maret	197.067
April	19.542
Mei	676
Juni	222.382
Juli	354.824
Agustus	23.306
September	195.423

7. *Excess Transportation*

Berdasarkan identifikasi *waste* pada proses produksi, terdapat beberapa proses transportasi yang dikategorikan dalam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. *Waste* yang terjadi sepanjang pemindahan material pada proses produksi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. *Waste* Proses Transportasi

Stasiun Asal	Stasiun Tujuan	Jarak (m)
Gudang Bahan Baku	Hydrapulper	50
Washer Repulper	HD Storage	4
Reeler	Rewinder	18
Rewinder	Finishing	60
Finishing	Gudang Barang Jadi	60

3.3.2 *Penentuan Critical Waste*

Penentuan *critical waste* ditujukan untuk mengetahui jenis *waste* yang paling signifikan. Penentuan *critical waste* pada masing- masing *waste* adalah sebagai berikut:

1. *Defect*

Pada *waste defect* teridentifikasi 4 *critical waste* yakni gramatur menyimpang, kertas pecah, profil *roll* jalur/flui/gembos dan potongan kurang rapi. Setelah diketahui *critical waste*, selanjutnya diukur nilai DPMO yang dihitung melalui rumus berikut:

$$DPMO = \frac{\text{banyaknya kegagalan}}{\text{jumlah unit yang diperiksa} \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (\text{pers. 1})$$

(Sumber: Gaspersz, 2007)

Berdasarkan rumus pada Pers.1, didapatkan nilai DPMO sebesar 20.054. Nilai ini kemudian dikonversikan ke level sigma sehingga dihasilkan nilai 3,6 dari nilai 6 yang diharapkan.

2. *Waiting*

Dari hasil pengolahan data, dapat diketahui bahwa jenis *waste* yang paling utama adalah Proses Order dan PLTU. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat 2 *critical waste* yang menyebabkan kegagalan.

3. *Unnecessary Inventory*

Pada proses produksi *brown paper*, diketahui bahwa terdapat 1 jenis *waste* yang paling utama yaitu *inventory raw material*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat 1 *critical waste* yang menyebabkan kegagalan.

4. *Inappropriate Processing*

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, proses yang tidak memberikan nilai tambah merupakan proses penggulungan pada stasiun Reeler dan stasiun Rewinder. Sehingga hanya ada 1 *critical waste* yang menyebabkan kegagalan.

5. *Excess Transportation*

Pada *waste excess transportation*, dapat diidentifikasi *waste* yang paling utama adalah transportasi pada stasiun Gudang, Finishing dan Hydrapulper. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat 3 *critical waste* yang menyebabkan kegagalan.

3.4 Tahap *Analyze*

Tahap ketiga pada siklus DMAIC ini merupakan tahap dimana dilakukan analisis faktor penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero). Berikut merupakan analisis *waste* yang dilakukan.

1. *Defect*

a. Gramatur menyimpang

Defect gramatur menyimpang disebabkan oleh kurangnya *supply* pengencer dan kerusakan *instrument control*.

b. Kertas pecah

Penyebab terjadinya *defect* kertas pecah adalah penggunaan bentangan yang melebihi usia efektif, tidak ada operator *preventive maintenance*, tidak ada koordinasi yang baik antar departemen, DDR *overheat* sehingga menyebabkan kerusakan formasi serat dan level Head Box *overflow*.

c. Profil *roll* jalur/flui/gembos

Penyebab yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *defect* profil *roll* jalur/flui/gembos adalah perbedaan tekanan pada mesin Size

Press, kurangnya pelumasan pada mesin Roll dan kerusakan pada *valve* pengencer.

d. Potongan kurang rapi

Penyebab signifikan terjadinya *waste* potongan kurang rapi adalah penahan *core* lepas, DDR *overheat*, dan adanya gesekan antara pisau Rewinder dengan kertas.

2. *Waiting*

a. Proses Order (PO)

Faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah kesalahan *forecasting* karena ketidakpastian permintaan produk.

b. PLTU

Penyebab yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waiting* PLTU adalah tidak dilakukannya pemecahan batu bara menjadi bongkahan-bongkahan kecil dan pencucian dengan sulfur.

3. *Unnecessary Inventory*

Faktor signifikan terhadap terjadinya *waste unnecessary inventory* adalah dilakukannya penimbunan bahan baku ketika harga turun dan terjadinya perubahan jadwal pengiriman bahan baku oleh *supplier*.

4. *Inappropriate Processing*

Penyebab yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah kontrol pH pada Head Box yang tidak berfungsi.

5. *Excess Transportation*

a. Transportasi Finishing

Faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* adalah penggunaan 2 area yang berbeda sehingga perlunya aktivitas transportasi dan penggunaan alat *material handling* (*lift* dan *conveyor*) yang tidak tepat.

b. Transportasi Gudang Barang Jadi

Penyebab signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah penggunaan alat *material handling* (*forklift*) yang tidak tepat.

c. Transportasi Hydrapulper

Faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah adanya penimbunan material di Gudang Bahan Baku yang memiliki jarak yang cukup jauh dengan Hydrapulper.

3.5 Tahap Improve

Improve merupakan fase dalam siklus *lean six sigma* untuk memperbaiki masalah yang telah diidentifikasi, diukur, dan dianalisis sebelumnya berdasarkan penyebab-penyebab permasalahan yang terjadi. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi dan dilanjutkan dengan pemilihan prioritas rekomendasi menggunakan *tool* FMEA.

3.5.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Melalui menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk dan pelayanan itu (Gaspersz, 2002). Tabel FMEA pada proses produksi *brown paper* dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.5.2 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan diberikan terhadap kegagalan yang memiliki 3 RPN tertinggi. Besarnya RPN mengindikasikan permasalahan pada *potential failure mode*, dimana semakin besar suatu RPN menunjukkan tingkat keseriusan yang semakin tinggi sehingga membutuhkan penanganan segera. Usulan perbaikan yang difokuskan pada pemborosan-pemborosan tersebut diharapkan mampu menurunkan RPN tertinggi sehingga risiko terjadinya *waste* dapat dikurangi. Adapun perbaikan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

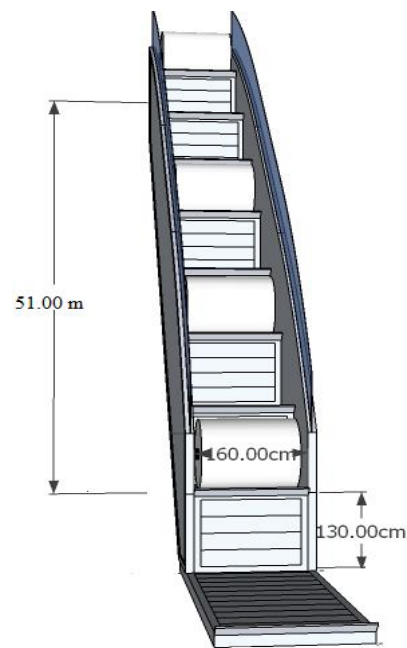
1. Rekomendasi perbaikan *waste excess transportation*

Perbaikan yang direkomendasikan adalah dengan menggunakan alat *material handling* yang sesuai sehingga dapat meringkas jarak perpindahan dan waktu yang dibutuhkan. Sehingga usulan perbaikan yang diberikan adalah penggunaan tangga berjalan untuk memindahkan gulungan kertas. Gambar 1 merupakan gambar tangga berjalan yang merupakan usulan perbaikan terhadap masalah *excess transportation*.

Perbandingan alat *material handling* sebelum dan sesudah rekomendasi dapat dilihat pada Tabel 8.

2. Rekomendasi perbaikan *waste defect*

Pada *waste* ini disarankan untuk melakukan penggantian bentangan secara berkala ketika mendekati 3 bulan. Pekerja perlu melakukan penggantian sebelum terjadi kerusakan untuk menghindari adanya kerusakan pada kertas yang timbul akibat penggunaan bentangan yang tidak sesuai. Hal ini dilakukan dengan mencatat tanggal awal pemakaian bentangan dan jatuh tempo penggunaan. Tabel 9 merupakan rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk melakukan *replacement* pada bentangan.



Gambar 1. Usulan perbaikan tangga berjalan

Tabel 8. Perbandingan Alat *Material Handling* Sebelum dan Sesudah Rekomendasi

Perbandingan	Sebelum rekomendasi	Sesudah rekomendasi
Banyaknya alat <i>material handling</i>	2 unit (<i>conveyor</i> dan <i>lift</i>)	1 unit (tangga berjalan)
Jarak <i>material handling</i>	60 meter	51 meter (garis miring <i>conveyor</i> dan <i>lift</i>)
Proses <i>material handling</i>	<i>Intermittent</i>	Kontinyu
Probabilitas terjadinya antrian	Besar	Kecil
Lama perpindahan	146 detik	Penyesuaian kecepatan

Dalam menunjang penggantian berkala pada bentangan, maka dibuat label peringatan yang dapat diletakkan pada Control Room. Peringatan ini ditujukan pada operator untuk melakukan penggantian secara periodik untuk mengurangi jumlah kertas yang pecah. Label peringatan yang direkomendasikan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 9. Usulan Penggantian Berkala pada Bentangan

Tanggal awal pemakaian	Usia pakai rata-rata	Usia pakai maksimum	Tindakan
01/05/2014	3 bulan	31/07/2014	Penggantian antara 25-30 Juli
..
..



Gambar 2. Label peringatan penggantian bentangan

3. Rekomendasi perbaikan *waste inventory*

Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan melakukan evaluasi terhadap *supplier* yang telah ada. Berdasarkan hasil *brainstorming* yang dilakukan, pemilihan *supplier* bahan baku dilakukan berdasarkan harga rendah yang ditawarkan oleh *supplier*. Pertimbangan *time delivery* kurang mendapat perhatian sehingga menyebabkan adanya pemasukan bahan baku yang tidak terjadwal sesuai pesanan Departemen Logistik. Dari hasil evaluasi kinerja *supplier*, maka diusulkan untuk memilih *supplier* bahan baku yang tepat sehingga proses pengiriman, waktu pengiriman, *reorder* dan kualitas bahan baku dalam kondisi yang baik. Dalam memilih *supplier* yang tepat, maka perlu dipertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan *supplier*. Adapun faktor yang mempengaruhi pemilihan *supplier* yang optimal menurut Mwikali dan Kavale (2012) adalah kriteria biaya, kemampuan teknis, penilaian kualitas, profil organisasi, tingkat pelayanan, profil *supplier*, dan faktor risiko.

Dari ketujuh faktor yang mempengaruhi pemilihan *supplier* yang optimal, Tabel 10 merupakan pembobotan faktor yang dilakukan melalui *brainstorming* dengan Departemen Logistik serta ilustrasi pemilihan *supplier* berdasarkan pembobotan faktor yang telah dilakukan. Pembobotan dilakukan untuk memprioritaskan faktor-faktor yang dapat memperbaiki permasalahan *inventory*.

Tabel 10. Faktor Pemilihan *Supplier*

<i>Supplier</i>	1	2	3	4
A (0,3)	9	8	5	7
B (0,2)	6	7	9	8
C (0,15)	8	4	7	7
D (0,1)	5	9	7	5
E (0,1)	7	7	8	5
F (0,1)	8	5	4	9
G (0,05)	6	8	9	7
Nilai	7,4	6,9	6,7	7

Dari perhitungan pada Tabel 10, *supplier* 1 merupakan *supplier* terbaik dengan nilai tertinggi yakni sebesar 7,4 yang kemudian diikuti oleh *supplier* 4, 2, dan 3 dengan nilai 7; 6,9 dan 6,7 secara berturut-turut. Angka-angka di dalam tabel diperoleh berdasarkan penilaian oleh ahli yang *capable* dalam permasalahan *inventory* yakni Departemen Logistik. *Range* yang digunakan adalah 1-10 dimana semakin tinggi nilai yang diberikan menunjukkan kondisi yang semakin baik.

3.5.3 *Prediksi RPN setelah Rekomendasi*

Setelah diberikan rekomendasi perbaikan terhadap *waste* yang memiliki 3 nilai RPN tertinggi, langkah selanjutnya adalah memperkirakan nilai RPN terbaru berdasarkan rekomendasi. Estimasi nilai RPN didapatkan berdasarkan analisis permasalahan dan pertimbangan perbaikan yang diusulkan. Lampiran 2 merupakan tabel FMEA terhadap 3 *waste* dengan nilai RPN tertinggi setelah rekomendasi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero), berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil.

1. Pada tahap *define* yang dilakukan untuk mengidentifikasi *seven waste* pada proses produksi *brown paper*, terdapat 5 jenis *waste* yang terjadi yakni *waste defect*, *waiting*,

- inventory, inappropriate processing* dan *excess transportation*.
2. Dari kelima *waste* yang teridentifikasi, masing-masing mempunyai *critical waste* yang harus segera ditangani. Pada *waste defect, critical waste* yang terukur adalah penyimpangan gramatur, kertas pecah, profil roll jalur/flui/gembos dan potongan kurang rapi. Pada *waste waiting, critical waste* yang terukur adalah masalah PO dan PLTU. Pada *waste inventory, critical waste* yang terukur adalah *inventory* bahan baku pada gudang bahan baku. Pada *waste inappropriate processing, critical waste* yang terukur adalah proses proses penggulangan pada stasiun Reeler dan proses pemotongan pada stasiun Rewinder dan pada *waste excess transportation, critical waste* yang terukur adalah transportasi pada stasiun Gudang Barang Jadi, Finishing, dan Hydrapulper.
 3. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *critical waste* adalah sebagai berikut:
 - a. *Waste Defect*
Penyebab terjadinya penyimpangan gramatur adalah kurangnya *supply* pengencer serta adanya kerusakan pada *instrument control*. Penyebab terjadinya kertas pecah adalah penggunaan bentangan yang melebihi usia efektif pemakaian, tidak ada operator *preventive maintenance*, Head Box *overflow*, DDR *overheat* dan terjadi koordinasi yang kurang baik. Penyebab terjadinya kertas gembos adalah kurangnya pelumasan pada mesin Roll, penekanan yang tidak stabil pada kedua ujung mesin Size Press, dan kerusakan *valve*. Penyebab terjadinya potongan kertas yang kurang rapi adalah pergeseran pisau Rewinder dan pergeseran *core* serta DDR yang *overheat*.
 - b. *Waiting*
Penyebab terjadinya masalah PO adalah ketidaktepatan metode *forecasting* yang digunakan perusahaan. Penyebab terjadinya masalah PLTU adalah bahan bakar yang tidak dibersihkan dari sulfur yang menempel.
 - c. *Inventory*
Penyebab terjadinya penimbunan *raw material* adalah karena adanya waktu pemasukan bahan baku dari *supplier* yang tidak terjadwal dengan baik serta dilakukannya penumpukan bahan baku oleh Departemen Logistik.
 - d. *Inappropriate Processing*
Penyebab terjadinya *inappropriate processing* adalah kontrol pH pada Head Box yang tidak berfungsi sehingga menyebabkan kualitas kertas di luar spesifikasi dan membutuhkan proses pengerjaan ulang.
 - e. *Excess Transportation*
Penyebab terjadinya *excess* transportasi Finishing adalah jarak antar departemen yang cukup jauh dan penggunaan alat *material handling* yang tidak tepat. Penyebab terjadinya *excess* transportasi Gudang Barang Jadi adalah penggunaan alat *material handling* yang tidak tepat. Sedangkan *excess transportation* Hydrapulper terjadi akibat adanya proses penimbunan *raw material* yang kurang tepat.
 4. Rekomendasi untuk nilai RPN tertinggi terhadap 3 kegagalan adalah:
 - a. Pertambahan waktu proses produksi akibat penggunaan alat *material handling* yang tidak tepat dalam transportasi *roll* dari Rewinder ke Finishing. Perbaikan yang diusulkan adalah mengganti alat *material handling* dengan tangga berjalan sehingga nilai RPN 350 diharapkan dapat turun menjadi 196.
 - b. Kertas pecah akibat penggunaan bentangan yang melebihi usia efektif dengan nilai RPN 300. Perbaikan yang diusulkan adalah melakukan penggantian bentangan sebelum mengalami kerusakan dengan mempertimbangkan usia pakai bentangan serta memberikan label peringatan untuk mengganti bentangan secara berkala. Dengan rekomendasi perbaikan yang diberikan, diperkirakan nilai RPN turun menjadi 192.
 - c. Keterlambatan bahan baku akibat pemasukan bahan baku yang tidak terjadwal dengan baik. Perbaikan yang diusulkan adalah memilih *supplier* bahan baku yang tepat dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan *supplier*. Berdasarkan rekomendasi yang diberikan, nilai RPN awal dari 270 diharapkan dapat turun menjadi 168.

Daftar Pustaka

Gaspersz, Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi*

dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, Vincent. (2006). *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach – Strategi Dramatik Reduksi Biaya dan Pemborosan Menggunakan Pendekatan Lean-Sigma*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, Vincent. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Hines, Peter dan David Taylor. (2000). *Going Lean, Lean Enterprise Research Centre*. Cardiff Bussines School. UK.

Mwikali, Ruth dan Stanley Kavale. (2012). Factor Affecting the Selection of Optimal Suppliers in Procurement Management. *International Journal of Humanities and Social Science*. Vol. 2, No. 14, 2012.

Susetyo, Joko, Winarni dan Catur Hartanto. (2011). Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi*. Vol. 4, No. 1, 2011.

Lampiran 1. Tabel FMEA

<i>Process Function Requirement</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect(s) of Failure</i>	<i>Sev</i>	<i>Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure</i>	<i>Occ</i>	<i>Current Process Control Detection</i>	<i>Det</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action(s)</i>	
Seluruh kegiatan proses produksi	Gramatur menyimpang	Kerusakan produk	6	Kurangnya <i>supply</i> pengencer	10	Tidak ada	3	180	Melakukan pencampuran air dan bahan baku dari sumber mata air jika <i>supply</i> WWC kurang	
				Kerusakan <i>instrument control</i>	10	Tidak ada	3	180	Melakukan pemeriksaan dan mengatur mesin sebelum produksi dengan membuat <i>checklist</i>	
	Kertas pecah	Kerusakan produk	5	Penggunaan bentangan melebihi usia efektif pemakaian	10	Tidak ada	6	300	Penggantian bentangan sebelum mengalami kerusakan	
				Tidak ada operator <i>preventive maintenance</i>	7	Tidak ada	3	105	Menambah operator bagian <i>preventive maintenance</i> dan menjelaskan <i>job description</i>	
				Head Box <i>overflow</i>	5	Tidak ada	3	75	Mengaktifkan <i>overflow controller</i>	
				DDR <i>overheat</i>	4	Tidak ada	3	60	Melakukan pelumasan berkala	
				Koordinasi yang kurang baik	2	Tidak ada	2	20	Menjalin koordinasi yang baik antar departemen dalam menentukan spesifikasi	
	Profil <i>roll</i> jalur/flui/gembos	Kerusakan produk	5	Penekanan Size Press tidak stabil	8	Tidak ada	2	80	Memperbaiki mesin size press segera setelah ditemui kesalahan	
				Mesin Roll kurang pelumasan	2	Tidak ada	2	20	Melakukan pelumasan berkala	
				Kerusakan <i>valve</i>	5	Tidak ada	3	75	Kalibrasi kontrol <i>valve</i>	
	Potongan kurang rapi	Kerusakan produk	2	Pergeseran pisau Rewinder	3	Tidak ada	2	12	Mengatur posisi pisau sesuai ukuran pada setiap gulungan baru	
				Pergeseran penahan <i>core</i>	5	Tidak ada	2	20	Memasang perekat pada penahan <i>core</i>	
				DDR <i>overheat</i>	5	Tidak ada	3	30	Pelumasan berkala dan <i>overall setup</i> DDR	
	Kebijakan perusahaan dan kegiatan <i>maintenance</i>	Keterlambatan bahan baku	Target produksi tidak tercapai	5	Kesalahan <i>forecasting</i>	6	Tidak ada	6	180	Membuat peramalan permintaan dengan mempelajari pola permintaan konsumen
		<i>Problem power</i>	Proses produksi terhenti	5	Batu bara kotor	6	Tidak ada	5	150	Melakukan pembersihan batu bara sebelum dibakar
Kebijakan Perusahaan dan Kegiatan Proses Produksi	Terdapat <i>inventory</i> bahan baku	Kerusakan material	5	Pemasukan bahan baku dari <i>supplier</i> tidak terjadwal dengan baik	9	Tidak ada	6	270	Memilih <i>supplier</i> bahan baku yang tepat	
				Bagian logistik melakukan penimbunan bahan baku ketika harga bahan baku murah	6	Tidak ada	2	60	Tidak melakukan penimbunan bahan baku melebihi kapasitas produksi dan menyesuaikan dengan kebutuhan produksi	

Lampiran 1. Tabel FMEA (Lanjutan)

<i>Process Function Requirement</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect(s) of Failure</i>	<i>Sev</i>	<i>Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure</i>	<i>Occ</i>	<i>Current Process Control Detection</i>	<i>Det</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action(s)</i>
<i>Material Handling</i>	Jarak yang jauh dari Rewinder ke Finishing	Pertambahan waktu proses produksi	5	Jarak antar departemen yang jauh	10	Tidak ada	3	150	<i>Relayout</i>
				Alat <i>material handling</i> yang tidak tepat	10	Tidak ada	7	350	Penggunaan alat <i>material handling</i> yang mengirim secara kontinyu
	Jarak yang jauh dari Finishing ke Gudang Barang Jadi	Pertambahan waktu proses produksi	5	Alat <i>material handling</i> yang tidak tepat	10	Tidak ada	2	100	Mengaktifkan penggunaan <i>conveyor</i>
	Jarak yang jauh dari Gudang Bahan Baku ke Hydrapulper	Pertambahan waktu proses produksi	4	Proses penimbunan barang yang tidak tepat	10	Tidak ada	6	240	Tidak melakukan penimbunan material (<i>zero inventory</i>)

Lampiran 2. Prediksi Nilai RPN pada FMEA Setelah Rekomendasi

<i>Process Function Requirement</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect(s) of Failure</i>	<i>Sev</i>	<i>Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure</i>	<i>Occ</i>	<i>Current Process Control Detection</i>	<i>Det</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action(s)</i>	<i>Prediction</i>			
										<i>Sev</i>	<i>Occ</i>	<i>Det</i>	<i>RPN</i>
<i>Material Handling</i>	Jarak yang jauh dari Rewinder ke Finishing	Pertambahan waktu proses produksi	5	Alat <i>material handling</i> yang tidak tepat	10	Tidak ada	7	350	Penggunaan alat <i>material handling</i> yang mengirim secara kontinyu	4	7	7	196
Seluruh kegiatan proses produksi	Kertas pecah	Kerusakan produk	5	Penggunaan bentangan melebihi usia efektif pemakaian	10	Tidak ada	6	300	Penggantian bentangan sebelum mengalami kerusakan	4	8	6	192
Kebijakan Perusahaan dan Kegiatan Proses Produksi	Terdapat <i>inventory</i> bahan baku	Kerusakan material	5	Pemasukan bahan baku dari <i>supplier</i> tidak terjadwal dengan baik	9	Tidak ada	6	270	Memilih <i>supplier</i> bahan baku yang tepat	4	7	6	168