

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini akan diuraikan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan tahapan identifikasi permasalahan pada proses produksi, identifikasi *waste* yang terjadi, pengukuran *waste*, melakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* dan dilanjutkan dengan pemberian rekomendasi perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Kertas Leces (Persero) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dalam bidang industri *pulp* dan kertas. Perusahaan ini memproduksi kertas tulis cetak (kertas putih), kertas cokelat dan kertas mulia. Dalam menjalankan proses produksinya, perusahaan ditunjang dengan beberapa fasilitas produksi yang terpadu yakni unit Paper Machine, Pulping, Chemical Recovery Plant, PLTU, pengolahan air limbah serta adanya sumber air Ronggojalu dan Sumber Keramat yang merupakan sumber penyediaan air alam dengan debit 10.000 m³/jam.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Kertas Leces (Persero) adalah pabrik kertas tertua kedua setelah Pabrik Kertas Padalarang yang didirikan pada saat pemerintah *Neterland Oost Indie* pada tahun 1939 dan mulai beroperasi secara resmi pada tanggal 22 Februari 1940 dengan kapasitas 10 ton/hari. Perusahaan ini memanfaatkan bahan baku jerami untuk menghasilkan kertas tulis cetak dengan menggunakan mesin kertas buatan Escher Wyss G.m.b.H Jerman Barat.

Berdasarkan Undang-Undang Nasionalisasi nomor 86/1957 dan Peraturan Pemerintah nomor 23/1958 maka pada tahun 1958 PT Kertas Leces (Persero) diambil alih oleh pemerintah Indonesia. Setelah manajemen dipegang oleh pemerintah Indonesia, PT Kertas Leces (Persero) melakukan beberapa pembangunan fisik hingga empat tahap pembangunan pada tahun 1960 dan diakhiri pada tahun 1986. Pembangunan ini menjadikan PT Kertas Leces (Persero) menjadi pabrik kertas sekaligus pengolahan *pulp*. Pada saat itu, PT Kertas Leces (Persero) memiliki kapasitas produksi sebanyak 640 ton/hari dan memproduksi berbagai macam jenis kertas seperti:

Printed Writing Paper (HVS, HVO, *Copying Paper*), *Newsprint Paper* dan *Industrial Paper*.

PT Kertas Leces (Persero) berlokasi di Jalan Raya Leces, Probolinggo, Jawa Timur, Indonesia. Perusahaan ini memiliki 5 *Paper Machine* yang digunakan untuk memproduksi kertas. Saat ini, produk yang masih diproduksi secara rutin adalah kertas cokelat dan kertas putih. Kertas cokelat (*brown paper*) merupakan produk yang dibuat dari bahan baku karton bekas untuk diproduksi menjadi kertas cokelat dalam bentuk *roll*. Sedangkan kertas putih diproduksi dalam bentuk *roll* dan *sheet* bergantung pada permintaan konsumen. Selain itu, PT Kertas Leces (Persero) tengah mempersiapkan produk baru berupa kertas mulia yang terbuat dari serat pisang abaka.

4.1.2 Visi dan Misi

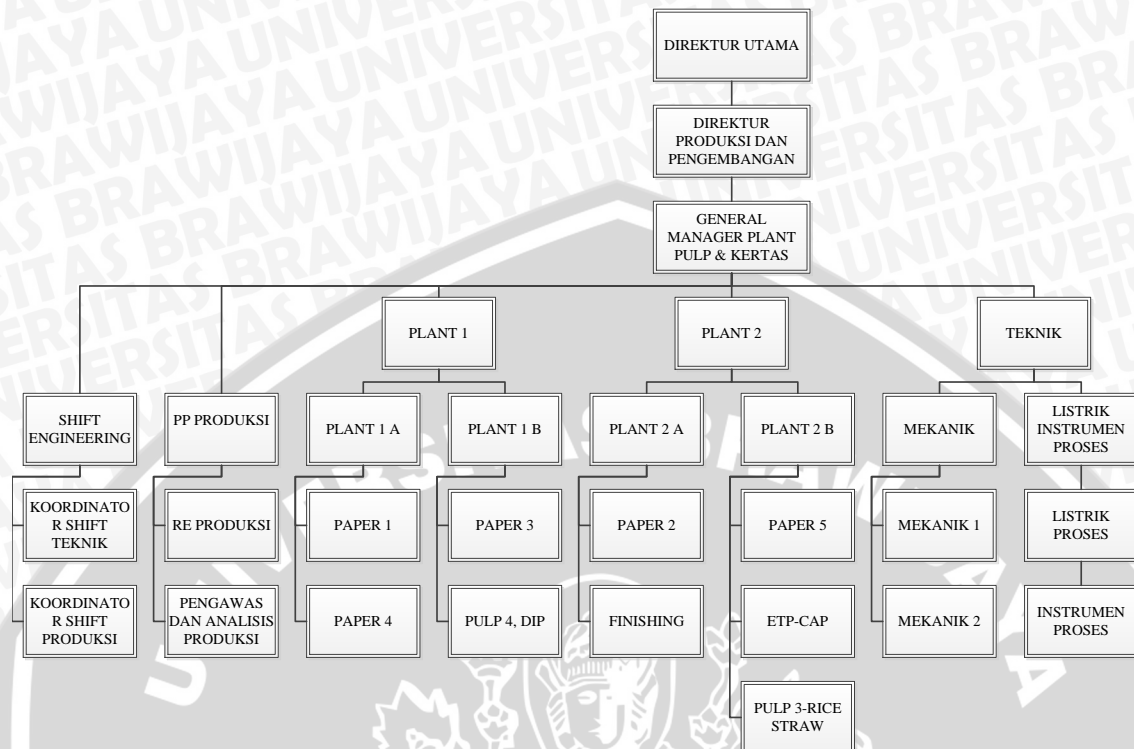
PT Kertas Leces (Persero) memiliki visi dan misi dalam upaya mengembangkan usaha yang dijalankan. Adapun visi dan misi PT Kertas Leces (Persero) adalah sebagai berikut.

1. Visi Perusahaan:
Menjadi produsen *pulp* dan kertas mulia, kertas industri yang berkualitas dan terdepan dalam persaingan global untuk menuju kehidupan yang lebih baik.
2. Misi Perusahaan:
 - a. Memproduksi *pulp* dan kertas mulia, kertas industri yang berkualitas dan berdaya saing tinggi.
 - b. Meningkatkan nilai perusahaan, kontribusi terhadap pemegang saham, kesejahteraan karyawan dan tanggung jawab sosial.
 - c. Peduli terhadap lingkungan.
 - d. Mengelola perusahaan dengan prinsip kejujuran, keterbukaan dan tanggung jawab (*Good Corporate Governance*).

4.1.3 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan proses bisnisnya, perusahaan memiliki struktur organisasi untuk memudahkan informasi dan penentuan kebijakan. Saat ini PT Kertas Leces (Persero) dipimpin oleh seorang Direktur Utama dan dibantu oleh seorang Direktur Produksi dan Pengembangan serta seorang General Manager Plant Pulp & Kertas. General Manager Plant Pulp & Kertas membawahi senior manager Plant 1, Plant 2 dan

Teknik. Struktur organisasi PT Kertas Leces (Persero) selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT Kertas Leces (Persero)

4.2 Proses Produksi *Brown Paper*

4.2.1 Tahapan Proses Produksi

Proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero) secara umum dimulai dari proses *pulping*, *paper making* hingga *finishing*. Penjelasan rinci mengenai masing-masing proses adalah sebagai berikut.

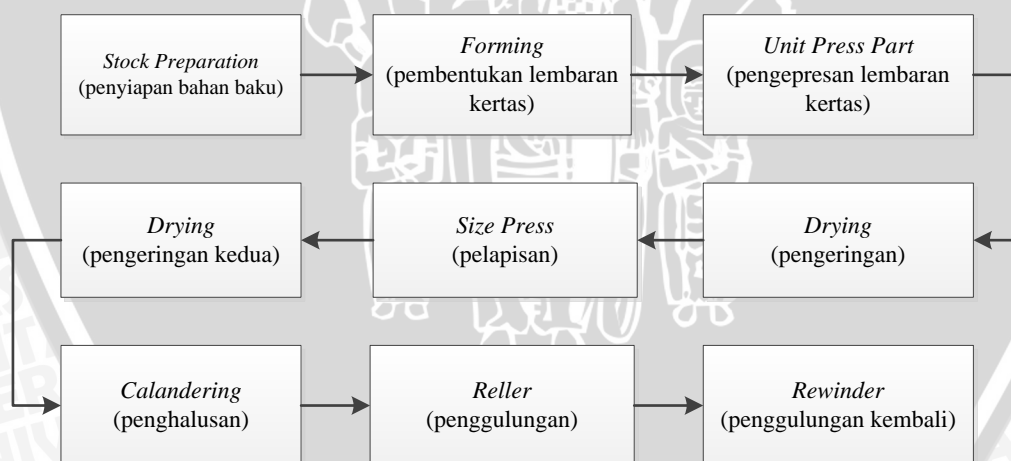
1. *Pulping*

Pulping merupakan bagian pertama dalam aliran proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero). Proses *pulping* ini berlangsung melalui 2 stasiun kerja. Stasiun kerja pertama adalah stasiun Deinking dan dilanjutkan dengan stasiun kedua yakni Pulp 4. Pada stasiun Deinking, bahan baku yang berupa karton *box* akan diangkat melalui *conveyor* menuju Hydrapulper. Di sini bahan baku akan dicampurkan dengan WWC (*White Water Chest*) yang merupakan air sisa proses pembuatan kertas untuk mengurangi plastik dan tali pada karton *box*. Dari Hydrapulper, material akan diproses pada HD Cleaner untuk menghilangkan batu-batu kecil dan staples yang masih tersangkut dan dilanjutkan dengan proses menghilangkan plastik kecil atau sterofom pada Multi

Fungsi Screen (MF Screen). Dari MF Screen material akan masuk ke Vibrating Screen untuk dilakukan proses penyaringan kedua dengan tujuan memisahkan bubur dan kotoran yang masih tersangkut. Karton yang telah menjadi bubur (*pulp*) akan dikirim ke Pulp 4. Pada Pulp 4 ini, material akan mengalami proses pemekatan pada Bleach Washer Repulper hingga kadar air pada karton sekitar 8-10%. Material yang sudah dipekatkan akan dipompa melalui pipa ke *Paper Machine* untuk mengalami proses pembuatan kertas.

2. Paper Making

Proses pembuatan lembaran kertas dilakukan menggunakan Mesin Kertas (*Paper Machine*) yang terdiri dari 5 *Paper Machine* yang memiliki beberapa bagian mesin dengan masing-masing fungsi untuk tiap bagian. Tiap bagian tersebut menjadikan proses pembuatan kertas terbagi menjadi beberapa tahap sesuai bagian dari mesin kertas. Dalam pembuatan produk *brown paper*, digunakan 3 *Paper Machine*, yakni *Paper Machine 1*, *Paper Machine 2* dan *Paper Machine 3*. Bubur kertas yang dikirim dari Pulp 4 ke *Paper Machine* akan mengalami beberapa proses hingga menjadi lembaran kertas yang selanjutnya akan digulung. Tahapan proses pembuatan lembaran kertas dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proses pembuatan kertas

a. Stock Preparation (penyiapan bahan baku)

Pada bagian ini merupakan proses awal dari penyiapan bahan baku dan bahan penolong. Proses dari penyiapan di sini juga ada beberapa tahapan yang nantinya diproses menjadi lembaran kertas pada tahap selanjutnya.

Proses pertama adalah pengaturan aliran *pulp* pada Pulp Chest dan dilanjutkan pada HD Cleaner untuk menyaring pasir dan besi dengan prinsip kerja daya sentrifugal. *Pulp* kemudian akan dikirim ke Double Disk Refiner untuk proses pengepresan dan *refining*. *Refining* merupakan proses pembentukan serat pada *pulp*. Selanjutnya *pulp* dikirim ke Level Stock Box yang berfungsi sebagai pengatur ketinggian *pulp* agar aliran *pulp* stabil. Dari Level Stock Box, material dikirim ke Mixer Vat yang merupakan proses pencampuran serat dengan tawas dan dilanjutkan dengan proses pengaturan aliran *pulp* pada Machine Chest sebelum dikirim ke Trimming Refiner. Pada Trimming Refiner akan dilakukan proses pemotongan serat dan dilanjutkan dengan penambahan rosin pada Level Stock Box. Material dari sini akan didistribusikan ke Centri Cleaner yang merupakan proses penyaringan serat. Proses terakhir pada stasiun ini adalah proses pemisahan kotoran pada Vertical Screen dengan sistem gravitasi, dimana massa yang lebih besar dari serat akan mengendap dan dibuang sedangkan serat kertas akan mengapung dan didistribusikan ke Head Box.

b. *Forming* (pembentukan lembaran kertas)

Pulp yang masih menjadi lembaran ditampung dalam Head Box yang dilengkapi pengendali otomatis untuk mengatur aliran *suspense*. Bila kadar air terlalu tinggi kertas akan menjadi kusut dan buram.

Pada bagian inputnya bubur basah, lembaran berputar dan digoyangkan oleh *sacking device* supaya rata. Di sini juga ditentukan ukuran dan jenis kertas. Output dari bagian Head Box adalah bubur basah tetapi sudah rata.

Selanjutnya material akan mengalami proses lanjutan pada Wire Part. Pada bagian ini bubur yang sudah ditentukan ukurannya dan sudah rata dihisap kadar airnya oleh *vacuum pump*. Lembaran bubur basah yang berjalan pada *felt wire* melintasi *wire boxes* dan *couch roll* yang berfungsi mengurangi kadar air pada bubur basah tersebut.

c. *Unit Press Part* (pengepresan lembaran kertas)

Unit ini berfungsi untuk mengepres lembaran kertas yang masih basah serta menurunkan kadar air yang tersisa setelah melewati *wire part*. Alat yang berfungsi di sini juga *vacuum pump* yang terhubung pada *suction press*

roll yang sekaligus meratakan susunan serat kertas pada bagian ini. *Press part* di sini terdapat susunan *roll* 3 tingkat.

d. *Drying* (pengeringan)

Setelah itu lembaran dikeringkan pada *Dryer group* I-III yang terdapat *roll* 1-32. Proses pengeringan pada bagian ini dengan sistem uap (*steam*) yang dihembuskan melalui tiap-tiap *roll* dengan temperatur uap kering 240°C. Output dari bagian ini adalah kertas yang sudah kering.

e. *Size Press Roll*

Kertas dari *dryer* selanjutnya menuju bagian *size press* yang bertujuan untuk melapisi kertas yang sudah kering supaya permukaan lebih halus. Kertas kering di sini dilapisi bahan penolong sehingga kadar air bertambah $\pm 5\%$.

f. *Drying* (pengeringan)

Setelah itu lembaran dikeringkan pada *Dryer group* IV-V yang terdapat *roll* 33-41. Proses pengeringan pada bagian ini dengan sistem uap (*steam*) yang dihembuskan melalui tiap-tiap *roll* dengan temperatur uap kering 240°C. Uap kering tersebut akan membawa air yang terkandung dalam kertas. Output dari bagian ini adalah kertas yang sudah kering.

g. *Calendering* (menghaluskan)

Kemudian lembaran kertas dihaluskan dan dilicinkan di antara *roll* baja yang disusun secara *vertical* (*calander*). Pada bagian ini sama halnya dengan menyeterika. Pada *calander roll* ini kertas yang melewati diberi beban tekan sebesar 14 ton pada masing-masing ujung dengan suhu 80°C.

h. *Reller* (penggulungan)

Bagian ini berfungsi untuk menggulung kertas yang sudah melalui proses pembuatan menjadi gulungan yang nantinya akan dipotong menjadi ukuran-ukuran kertas tertentu. Pada tiap-tiap proses penggulungan untuk sekali gulung dengan berat 8 ton.

i. *Rewinder* (penggulungan kembali)

Bagian ini berfungsi untuk menggulung kembali kertas gulungan dari *reller* menjadi ukuran-ukuran yang ditentukan.

3. *Finishing*

Pada tahap akhir dilakukan proses penyempurnaan produk. Gulungan kertas (*roll*) akan dibersihkan dari sisa-sisa kotoran yang menempel dan dilakukan

proses pemasangan penutup *core* serta pengikatan pada kedua ujung *roll*. Pada bagian ini pula dilakukan *labelling* pada setiap gulungan kertas.

4.2.2 Aliran Material

Aliran material pada proses produksi *brown paper* dimulai dari proses kedatangan bahan baku yang disimpan pada Gudang Bahan Baku dan diakhiri dengan penyimpanan barang jadi pada Gudang Barang Jadi. Secara umum, berikut merupakan aliran material yang teridentifikasi.

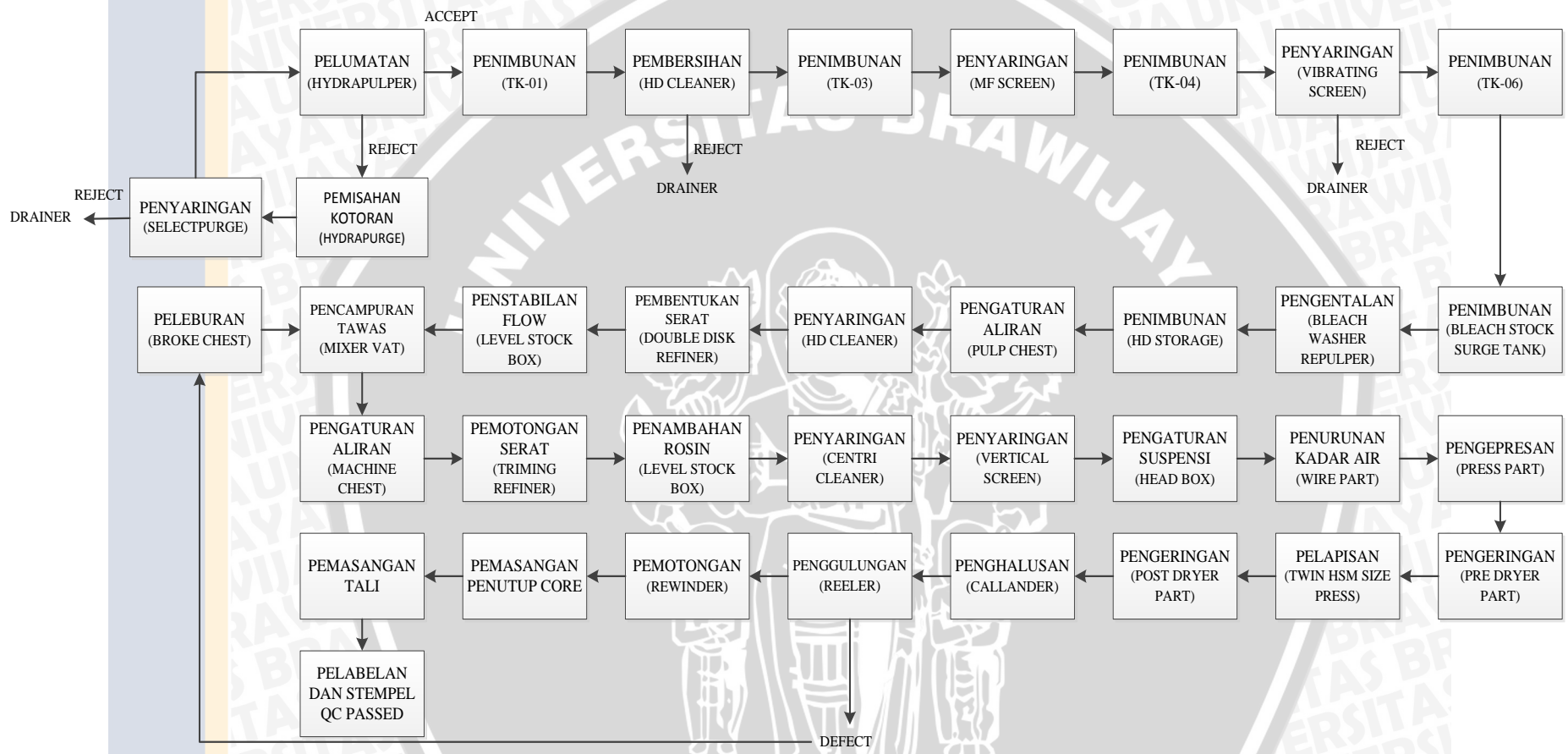
1. Bahan baku pembuatan *brown paper* yang berupa karton *box* bekas disimpan dalam Gudang Bahan Baku.
2. Bahan baku ini kemudian diangkut menuju Stasiun Deinking untuk mengalami proses pembersihan karton dari plastik, tali maupun kotoran lain yang tidak berguna.
3. Setelah dihasilkan bubur bersih dari Stasiun Deinking, bubur kemudian akan dipompa ke Pulp 4 untuk dikentalkan dan dikirim ke *Paper Machine*.
4. *Paper Machine* akan mengolah bubur menjadi lembaran kertas yang selanjutnya dibuat dalam bentuk gulungan kertas dan dipotong menjadi ukuran yang ditentukan.
5. Setelah didapatkan potongan kertas yang sesuai, gulungan kertas dikirim ke Stasiun Finishing untuk dilakukan penyempurnaan produk dan *labelling*.
6. Dari Stasiun Finishing, *roll* kertas dipindahkan ke Gudang Barang Jadi menggunakan *forklift*.

4.3 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*.

4.3.1 Flow Process Mapping

Flow Process Mapping pada proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero) digambarkan mulai proses awal pembuatan *pulp*, lembaran kertas hingga proses penyempurnaan produk. *Flow Process Mapping* ini ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Flow process mapping

4.3.2 Identifikasi Waste pada *Flow Process Mapping*

Berdasarkan aliran proses produksi yang digambarkan melalui *Flow Process Mapping* pada Gambar 4.3, maka dapat diidentifikasi *waste* yang terjadi sepanjang proses produksi. Identifikasi dilakukan pada setiap stasiun kerja dengan melakukan pengamatan terhadap *waste* yang terjadi. Pada Gudang Bahan Baku, teridentifikasi *waste defect*, *waiting* dan *unnecessary inventory*. Material dari Gudang Bahan Baku kemudian dikirim ke Hydrapulper untuk dilakukan pelumatan. Pada stasiun ini teridentifikasi *waste defect*, *waiting* dan *excess transportation*. *Pulp* dari Hydrapulper selanjutnya akan dikirim ke HD Cleaner dan sebagian akan ditampung pada Tanki 01, sedangkan *reject* dari Hydrapulper akan diolah kembali pada Hydrapurge dan Selectpurge untuk kemudian dikirim kembali ke Hydrapulper. Pada stasiun Selectpurge dan HD Cleaner teridentifikasi adanya *defect* sedangkan pada Tanki 01 terjadi *waste unnecessary inventory*. Identifikasi *waste* sepanjang proses produksi *brown paper* selengkapnya ditampilkan pada Tabel 4.1.

Berdasarkan pengamatan dan hasil *brainstorming* yang dilakukan, dapat diidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi *brown paper*. *Seven waste* yang diidentifikasi adalah sebagai berikut.

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 stasiun lain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Identifikasi Waste

Stasiun	Waste						
	<i>Overproduction</i>	<i>Defect</i>	<i>Waiting</i>	<i>Unnecessary Inventory</i>	<i>Inappropriate Processing</i>	<i>Unnecessary Motion</i>	<i>Excess Transportation</i>
Gudang Bahan Baku		✓	✓	✓			
Hydrapulper		✓	✓				✓
Hydrapurge							
Selectpurge		✓					
Tanki 01				✓			
HD Cleaner		✓					
Tanki 03				✓			
MF Screen			✓				
Tanki 04				✓			
Vibrating Screen		✓					
Tanki 06				✓			
Surge Tank			✓	✓			
Washer Repulper							
HD Storage			✓	✓			✓
Pulp Chest			✓				
HD Cleaner							
Double Disk Refiner							
Level Stock Box							
Mixer Vat							
Machine Chest			✓				
Triming Refiner			✓				
Level Stock Box							

Tabel Lanjutan 4.1 Identifikasi Waste

Stasiun	Waste						
	<i>Overproduction</i>	<i>Defect</i>	<i>Waiting</i>	<i>Unnecessary Inventory</i>	<i>Inappropriate Processing</i>	<i>Unnecessary Motion</i>	<i>Excess Transportation</i>
Vertical Screen			✓				
Head Box			✓				
Wire Part			✓				
Press Part			✓				
Pre Dryer Part			✓				
Twin HSM Press			✓				
Post Dryer Part			✓				
Callander			✓				
Reeler		✓	✓			✓	✓
Broke Chest					✓		
Rewinder		✓	✓			✓	✓
Finishing						✓	✓

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 penggambaran aliran proses produksi sebelumnya, proses yang tidak memberikan nilai tambah adalah pengerjaan ulang (*rework*) pada Broke Chest.

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.

4.4 *Measure*

4.4.1 Pengukuran *Seven Waste* pada Proses Produksi *Brown Paper*

Berdasarkan aktivitas pengumpulan data yang dilakukan, berikut merupakan rekapan *seven waste* yang terjadi pada proses produksi *brown paper*.

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). Tabel 4.2 menunjukkan perhitungan *overproduction* berdasarkan jumlah produksi dan jumlah permintaan produk *brown paper* pada bulan Januari sampai September 2013.

Tabel 4.2 Perbandingan Jumlah Produksi dan Permintaan

Bulan	Jumlah (dalam kg)		<i>Overproduction</i> (<i>Lessproduction</i>)
	Produksi	Permintaan	
Januari	1.564.849	7.221.000	(5.656.151)
Februari	1.922.877	6.510.000	(4.587.123)
Maret	1.318.693	7.234.000	(5.915.307)
April	590.808	7.006.000	(6.415.192)
Mei	33.324	7.234.000	(7.200.676)
Juni	867.418	7.000.000	(6.132.582)
Juli	1.095.996	7.216.000	(6.120.004)
Agustus	776.864	7.191.000	(6.414.136)
September	3.609.437	7.000.000	(3.390.563)

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa terjadi *lessproduction* pada produk *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero). Dikarenakan penelitian ini

lebih berfokus pada pengurangan *waste* dalam konsep *Lean*, sehingga pembahasan mengenai *lessproduction* tidak signifikan untuk dibahas lebih lanjut.

2. *Defect*

Defect produk merupakan bentuk ketidaksempurnaan produk atau ketidaksesuaian produk dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pada pembahasan sebelumnya, *waste defect* ditemukan pada Gudang Bahan Baku, Hydrapulper, Selectpurge, HD Cleaner, Vibrating Screen, Reeler dan Rewinder. *Defect* yang ditemukan pada Gudang Bahan Baku merupakan kerusakan bahan baku yang ditimbun sebelum diolah menjadi produk jadi. Sedangkan *defect* pada Hydrapulper, Selectpurge, HD Cleaner dan Vibrating Screen merupakan kerusakan material selama proses produksi. Pada penelitian ini, pembahasan *defect* akan lebih difokuskan pada *defect* yang ditemukan pada tahap akhir produksi. *Defect* ini diketahui melalui aktivitas inspeksi pada stasiun Reeler dan Rewinder. Jenis-jenis *defect* yang teridentifikasi selama inspeksi adalah sebagai berikut.

a. Gramatur menyimpang

Jenis cacat ini merupakan jenis cacat dimana massa produk tidak sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Satuan yang digunakan adalah gram setiap meter persegi (gsm).

b. Kertas pecah

Merupakan jenis penyimpangan pada kertas dimana lembaran kertas yang dihasilkan pecah-pecah.

c. Profil *roll* jalur/flui/gembos

Merupakan jenis penyimpangan dimana lembaran kertas terisi udara sehingga profil kertas mengembung atau mengempes.

d. Potongan kurang rapi

Jenis cacat produk ini berupa adanya perbedaan panjang pada gulungan kertas akibat *core* yang bergeser pada mesin *Rewinder* sehingga menyebabkan potongan kertas menjadi kurang rapi.

e. *Cobb test* tinggi

Merupakan jenis penyimpangan yang berkaitan dengan ketahanan kertas terhadap penetrasi air sehingga produk akhir yang dihasilkan berlebihan dalam menyerap air.

f. *Ring crush under* spesifikasi

Merupakan salah satu *defect* produk yang berkaitan dengan daya tahan lingkaran datar. Jenis cacat yang biasa terjadi yaitu ketidakmampuan kertas dalam menahan tumpukan kertas *roll* maupun beban yang akan dimuat.

g. Lain-lain

Merupakan akumulasi dari beberapa jenis penyimpangan pada *brown paper*, seperti kertas kotor, kekuatan fisik kurang, lembab (*blackening*), dan *sheet formation* kurang.

Pengukuran *defect* produk dilakukan pada masing-masing Paper Machine pada bulan Januari sampai September 2013. Melalui penelitian yang dilakukan, pada bulan Juni terukur sebanyak 14,08% terjadi penyimpangan gramatur pada produk yang dihasilkan di Paper Machine 3 dan 9,5% kertas pecah pada produksi bulan Agustus di Paper Machine 2. Data selengkapnya mengenai jumlah *defect* pada masing-masing Paper Machine ditunjukkan pada Lampiran 1-3.

3. *Waiting*

Waste waiting merupakan *waste* yang umumnya dikaitkan dengan proses menunggu kedatangan material, informasi, peralatan dan perlengkapan yang tidak memberikan nilai tambah. Biasanya ditandai ketika pekerja *idle* maupun mesin yang menganggur. *Waiting* pada proses produksi *brown paper* terjadi pada beberapa stasiun kerja seperti yang telah ditunjukkan sebelumnya pada Tabel 4.1. Pada bulan Mei terjadi *waiting* karena adanya *problem power* PLTU selama 758,14 menit pada Paper Machine 1. Sedangkan jenis *waiting* dan jumlah *lost time* selengkapnya ditunjukkan pada Lampiran 4-6.

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 4.3 menunjukkan jumlah barang yang masuk dan barang yang digunakan untuk produksi. Saldo akhir merupakan *inventory* yang ditimbun di gudang.

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat diketahui terjadi penggunaan bahan baku untuk proses produksi yang sangat sedikit pada bulan Mei. Hal ini merupakan salah satu pemicu adanya *less production* pada perusahaan yang disebabkan oleh adanya kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku dan faktor-faktor lainnya.

Tabel 4.3 *Inventory* Bahan Baku Tahun 2013

Bulan	Jumlah (dalam kg)			
	Saldo awal	Masuk	Keluar	Saldo akhir (<i>inventory</i>)
Januari	1.298.698	1.519.875	1.437.663	1.380.910
Februari	1.380.910	1.634.015	2.159.796	855.129
Maret	855.129	2.252.943	1.383.684	1.724.388
April	1.724.388	374.829	573.246	1.525.971
Mei	1.525.971	0	31.259	1.494.712
Juni	1.494.712	592.038	1.386.038	700.712
Juli	700.712	1.456.032	1.521.556	635.188
Agustus	635.188	874.041	915.400	593.829
September	593.829	4.027.496	4.048.723	572.602

b. *Inventory* WIP

Pada proses produksi *brown paper* terjadi penumpukan bahan setengah jadi pada beberapa stasiun kerja. Jumlah *inventory* WIP berupa *pulp* terukur dalam satuan m³ pada masing-masing tanki penimbunan dengan konsistensi *pulp* yang berbeda-beda. Berikut adalah contoh perhitungan jumlah *inventory* WIP pada Tanki 01.

$\text{jumlah inventory (kg)} = \text{konsistensi} \times \text{volume inventory}$

$$\text{jumlah inventory (kg)} = \frac{4 \text{ gram}}{100 \text{ cm}^3} \times 50.000.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{jumlah inventory (kg)} = 2.000.000 \text{ gram}$$

$$\text{jumlah inventory (kg)} = 2000 \text{ kg}$$

Data selengkapnya mengenai jumlah *inventory* WIP pada proses produksi *brown paper* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Inventory* WIP

Stasiun	Konsistensi <i>pulp</i> (gr/cm ³)	Jumlah <i>inventory</i> WIP (m ³)	Jumlah <i>inventory</i> WIP (kg)
Tanki 01	4%	50 m ³	2.000
Tanki 03	3%	25 m ³	750
Tanki 04	1,8%	25 m ³	450
Tanki 06	2,3%	50 m ³	1.150
Surge Tank	3%	100 m ³	3.000
HD Storage (TMP & SCP)	10%	910 m ³	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. Oleh karena itu tidak dilakukan pembahasan lebih lanjut pada *inventory* barang jadi.

5. *Inappropriate Processing*

Berdasarkan informasi pada Tabel 4.1, dapat dilihat terdapat aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yakni pengerjaan ulang produk yang cacat pada Broke Chest. Jumlah produk yang mengalami proses *rework* ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 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

6. *Unnecessary Motion*

Dikarenakan proses produksi yang tergolong otomatis, maka operator yang bekerja hanya terdapat pada beberapa stasiun saja, yakni stasiun Reeler, Rewinder dan Finishing. Tabel 4.6 sampai Tabel 4.8 menganalisis pergerakan tangan kanan dan tangan kiri operator pada stasiun kerja tersebut.

Tabel 4.6 *Motion* Operator pada Stasiun Reeler

Tangan Kiri		Tangan Kanan	
<i>Motion</i>	Waktu (Detik)	<i>Motion</i>	Waktu (Detik)
Mengumpulkan <i>reject product</i>	16	Mengumpulkan <i>reject product</i>	16
		Menjangkau tongkat pendorong	2
Mendorong <i>reject product</i> dengan tongkat	4	Mendorong <i>reject product</i> dengan tongkat	4
Total	20	Total	22
<i>Cycle Time</i>			22
Utilitas	90,9%	Utilitas	100%

Tabel 4.7 *Motion* Operator pada Stasiun Rewinder

Tangan Kiri		Tangan Kanan	
<i>Motion</i>	Waktu (Detik)	<i>Motion</i>	Waktu (Detik)
Menjangkau <i>roll</i>	5	Menjangkau <i>roll</i>	5
Mengelindingkan <i>roll</i>	19	Mengelindingkan <i>roll</i>	19
		Menjangkau label	1
Memasukkan label pada <i>core</i>	1		
Mendorong <i>roll</i> ke <i>conveyor</i>	6	Mendorong <i>roll</i> ke <i>conveyor</i>	6
Total	31	Total	31
<i>Cycle Time</i>			32
Utilitas	96,8%	Utilitas	96,8%

Tabel 4.8 *Motion Operator* pada Stasiun Finishing

Tangan Kiri		Tangan Kanan	
<i>Motion</i>	Waktu (Detik)	<i>Motion</i>	Waktu (Detik)
Menjangkau <i>roll</i> dari <i>lift</i>	3	Menjangkau <i>roll</i> dari <i>lift</i>	3
Mengelindungi <i>roll</i>	7	Mengelindungi <i>roll</i>	7
Menata posisi <i>roll</i>	3	Menata posisi <i>roll</i>	3
Menjangkau penutup <i>core</i>	2	Menjangkau palu	2
Memasukkan penutup <i>core</i> pada <i>core</i>	1	Memegang palu	1
Memegang <i>roll</i> kertas	2	Memukul penutup <i>core</i> dengan palu	2
Memasukkan penutup <i>core</i> pada ujung lain	1	Memegang palu	1
Memegang <i>roll</i> kertas	2	Memukul penutup <i>core</i> dengan palu	2
Menjangkau selotip	1	Meletakkan palu	1
Menempelkan selotip pada ujung <i>roll</i> kertas	1	Memegang selotip	1
Memegang dan melekatkan selotip	5	Menarik selotip sampai ujung <i>roll</i> kertas	5
Memegang selotip	2	Menyobek selotip	2
Mengulur tali	3	Meletakkan selotip	1
Melingkarkan tali pada <i>roll</i> kertas	6	Memegang tali dan plat	6
Memegang tali	3	Memasukkan tali pada plat	3
Memegang plat	2	Menjangkau alat pengencang	2
Memegang plat	4	Memompa alat pengencang	4
Menjangkau penjepit plat	1	Meletakkan alat pengencang	1
Memasang penjepit plat	2	Memasang penjepit plat	2
Menjepit plat	2	Menjepit plat	2
Meletakkan penjepit plat	1	Menjangkau palu	1
		Memukul plat dengan palu	2
Memegang tali	3	Memotong tali	3
Menjangkau label	1	Meletakkan pisau	1
Membuka selotip label	3	Membuka selotip label	3
Menempelkan label pada <i>roll</i>	2	Menempelkan label pada <i>roll</i>	2
Total	63	Total	63
<i>Cycle Time</i>		65	
Utilitas	96,9%	Utilitas	96,9%

Berdasarkan data pada Tabel 4.6, Tabel 4.7, dan Tabel 4.8, pergerakan operator dapat dirangkum pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan Waktu Produktif dan *Idle*

Stasiun	<i>Cycle Time</i> (detik)	<i>Idle Time</i> Tangan Kiri (detik)	<i>Idle Time</i> Tangan Kanan (detik)
Reeler	22	2	0
Rewinder	32	1	1
Finishing	65	2	2
Prosentase	93,7%	3,9%	2,4 %

Data pada tabel 4.9 menunjukkan prosentasi waktu produktif dan waktu *idle* pada *motion* operator yang diamati. Pada *motion* tangan kiri operator terhitung 3,9% dari total waktu yang merupakan *idle time*, sedangkan *motion* pada tangan kanan operator terhitung sebanyak 2,4% dari total waktu yang merupakan *idle time*. Meskipun berdasarkan perhitungan di atas menunjukkan total *idle time* masih cukup tinggi, akan tetapi *motion* yang dilakukan operator masih dianggap wajar jika dilihat dari *step by step* yang dilakukan. Penggunaan satu tangan pada beberapa aktifitas sengaja dilakukan dengan alasan tertentu, seperti *motion* “memukul plat dengan palu” pada tangan kanan di stasiun Finishing dilakukan hanya menggunakan satu tangan dengan alasan *safety*. Selain itu, jika dilihat dari lama waktu pengerjaan yang dibutuhkan operator selama 119 detik dengan menghabiskan *idle time* 8 detik dianggap masih relatif singkat. Berdasarkan alasan-alasan di atas maka *motion* operator dinyatakan tidak signifikan untuk dibahas lebih lanjut.

7. *Excess Transportation*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pergerakan material dimulai dari stasiun Deinking yang merupakan proses pembuatan bubur kertas dari karton bekas dan dilanjutkan ke Pulp 4 untuk mengentalkan bubur. Setelah menjadi bentuk *pulp*, kemudian dikirim melalui pipa ke Paper Machine. Di sini *pulp* akan diolah menjadi kertas dengan melalui beberapa tahapan proses. Material yang diproses mengalami perpindahan sekaligus perlakuan proses tidak dianggap sebagai *waste* karena adanya *value added activity*. Pada akhir proses pada Paper Machine, gulungan kertas selanjutnya mengalami proses transportasi menggunakan *conveyor* menuju *lift* untuk diangkut ke stasiun Finishing. Setelah selesai mengalami beberapa proses pada stasiun Finishing, gulungan kertas selanjutnya diangkut ke Gudang Barang Jadi menggunakan *forklift*.

Berdasarkan identifikasi *waste* pada proses produksi yang direkap pada Tabel 4.1, 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 4.10.

4.4.2 Penentuan *Waste* Paling Signifikan/*Critical Waste*

Diagram Pareto digunakan untuk menentukan *waste* yang paling signifikan pada masing-masing *waste* yang telah teridentifikasi sebelumnya. Berikut ini merupakan penentuan *critical waste* yang dilakukan dengan menggunakan diagram Pareto.

1. 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 4.11.

Tabel 4.10 *Waste* Proses Transportasi

Aktivitas	Asal	Tujuan	Alat <i>Material Handling</i>	Jumlah	Jarak (m)
Transportasi karton <i>box</i>	Gudang Bahan Baku	Hydrapulper	<i>Loader+ Conveyor</i>	1	50
Transportasi pulp	Washer Repulper	HD Storage	<i>Conveyor</i>	2	4
Transportasi <i>roll</i>	Reeler	Rewinder	<i>Crane</i>	1	18
Transportasi <i>roll</i>	Rewinder	Finishing	<i>Conveyor+Lift</i>	1	60
Transportasi <i>roll</i>	Finishing	Gudang Barang Jadi	<i>Forklift</i>	1	60

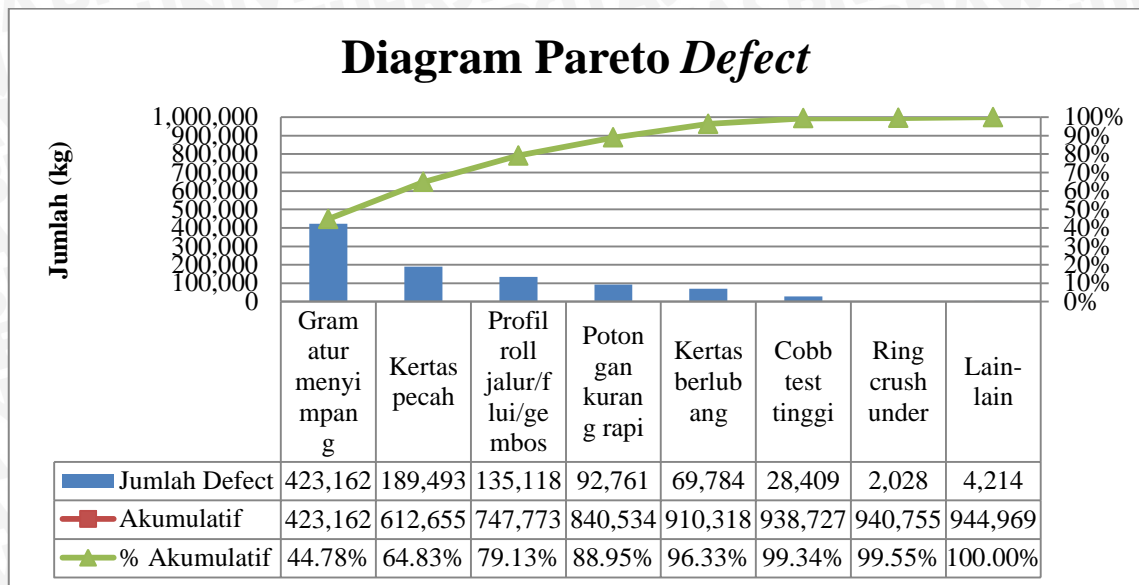
Tabel 4.11 Data *Defect* Bulan Januari-September 2013

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

Untuk mengetahui jenis *waste defect* yang paling berpengaruh maka dibuat diagram Pareto yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Berdasarkan Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa kategori “Lain-lain” ditempatkan pada urutan terakhir. Meskipun kategori ini memiliki jumlah penyimpangan yang lebih banyak dibanding cacat “*Ring crush under*” akan tetapi kategori ini merupakan akumulasi dari beberapa jenis cacat produk *brown paper* sehingga kategori ini diletakkan pada urutan terakhir. Dari diagram pareto pada Gambar 4.4 pula, dapat dilihat bahwa jenis *waste* yang paling utama adalah gramatur menyimpang, kertas pecah, profil *roll* jalur/flui/gembos dan potongan

kurang rapi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat 4 CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan.



Gambar 4.4 Diagram pareto waste defect

Setelah didapatkan *critical waste* dengan *tool* Diagram Pareto pada *waste defect* yang teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan DPMO dan level sigma. Pada penelitian ini, perhitungan DPMO dan level sigma hanya difokuskan pada *waste defect*. Target yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah tercapainya nilai 6 sigma pada *waste defect* yang diukur atau dengan kata lain adanya kegagalan produk sebesar 3,4 tiap satu juta kesempatan. Adapun perhitungan DPMO dan level sigma untuk *waste defect* ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Level Sigma Waste Defect

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Banyaknya jumlah produk yang diperiksa	11.780.266
2	Banyaknya jumlah produk yang defect	944.969
3	Tingkat kecacatan = (2)/(1)	0,08021627
4	Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan kesalahan	4
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ = (3)/(4)	0,020054068
6	kemungkinan gagal per satu juta kesempatan = $5 \cdot 1000000$	20.054
7	Konversi DPMO ke level sigma	3,6
8	Kesimpulan	Level sigma sebesar 3,6

SPC Wizard's Sigma Calcul...

Defects Variables Retain values

Defects: 944969

Units Inspected: 11780266

Opportunities per Unit: 4

DPMO = 20054

Process Sigma = 3.6

For more info go to: www.spcwizard.com

Calculate Help Close

2. *Waiting*

Jenis-jenis *waiting* yang teridentifikasi sepanjang proses produksi *brown paper* adalah sebagai berikut.

a. Listrik

Merupakan jenis kerusakan mesin/komponen/peralatan yang berhubungan dengan daya listrik. Misalnya kerusakan kabel, panel dan motor.

b. Mekanik

Merupakan jenis kerusakan pada *main machine* ataupun mesin penunjang yang umumnya ditandai dengan kerusakan kondisi fisik, seperti bocor dan patah.

c. Proses

Merupakan jenis *waste waiting* yang terjadi karena penghentian proses produksi ketika teridentifikasi kualitas yang tidak sesuai.

d. PLTU

Merupakan jenis *waste waiting* yang terjadi akibat adanya masalah *power*.

e. *Hydrolic Pneumatic*

Merupakan jenis kerusakan mesin/komponen/peralatan yang bergerak secara *hydrolic pneumatic*.

f. Proses Order (PO)

Merupakan jenis *waste waiting* yang terjadi akibat keterlambatan *supply* bahan baku.

g. Instrumen

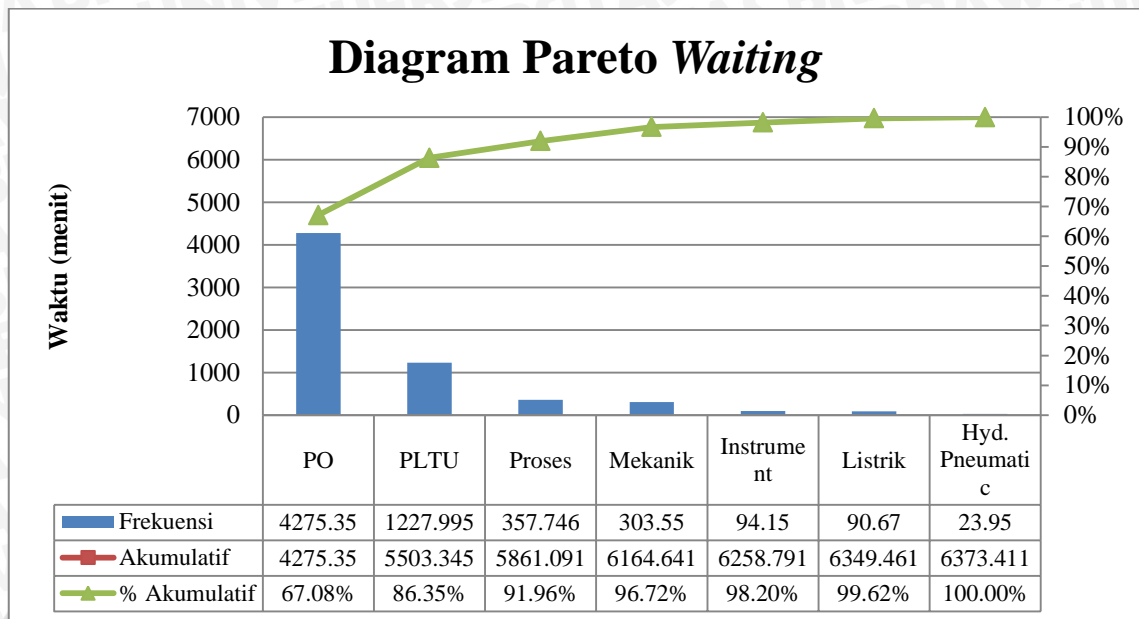
Merupakan jenis kerusakan mesin/komponen/peralatan yang berhubungan dengan *control instrument*, misalnya perbaikan *valve*.

Jumlah *waiting time* pada proses produksi *brown paper* di PT Kertas Leces (Persero) periode Januari sampai September 2013 ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 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

Untuk mengetahui jenis *waste waiting* yang paling berpengaruh maka ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram pareto *waste waiting*

Dari diagram pareto pada Gambar 4.5, dapat dilihat 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*

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, *inventory* terjadi pada penumpukan bahan baku di Gudang Bahan Baku dan *inventory* WIP. Data mengenai jumlah *inventory raw material* pada Gudang Bahan Baku diberikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 *Intentory Raw Material* Tahun 2013

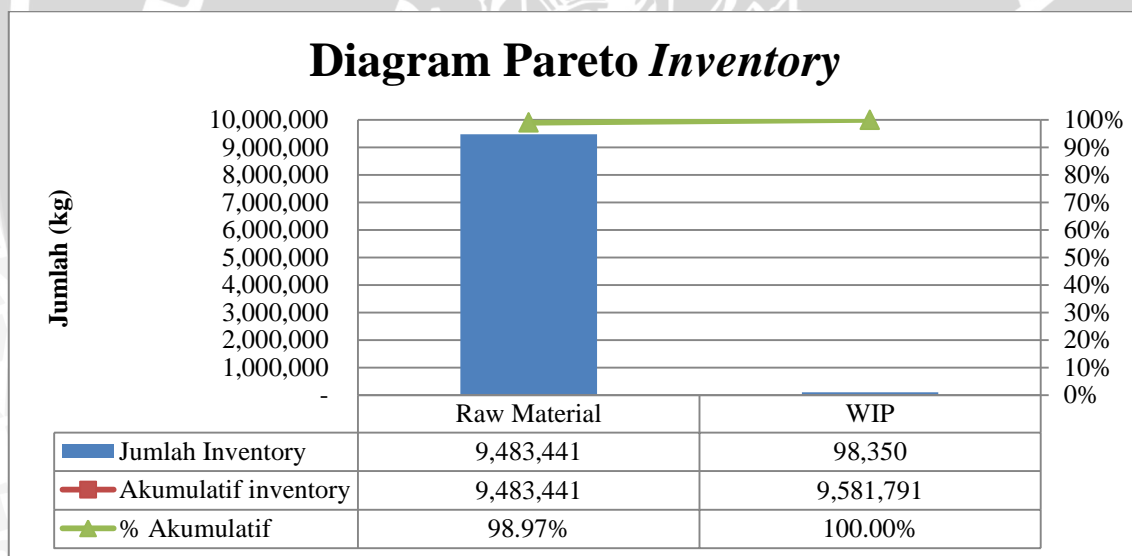
Bulan	<i>Inventory</i> (kg)
Januari	1.380.910
Februari	855.129
Maret	1.724.388
April	1.525.971
Mei	1.494.712
Juni	700.712
Juli	635.188
Agustus	593.829
September	572.602
Total	9.483.441

Sedangkan data mengenai jumlah *inventory* WIP ditemukan pada tanki-tanki penampungan sementara sepanjang proses produksi yang direkap pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 *Intentory* 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
Total	98.350

Untuk mengetahui jenis *waste inventory* yang paling berpengaruh maka ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Diagram pareto *waste inventory*

Dari diagram pareto pada Gambar 4.6, dapat dilihat 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*

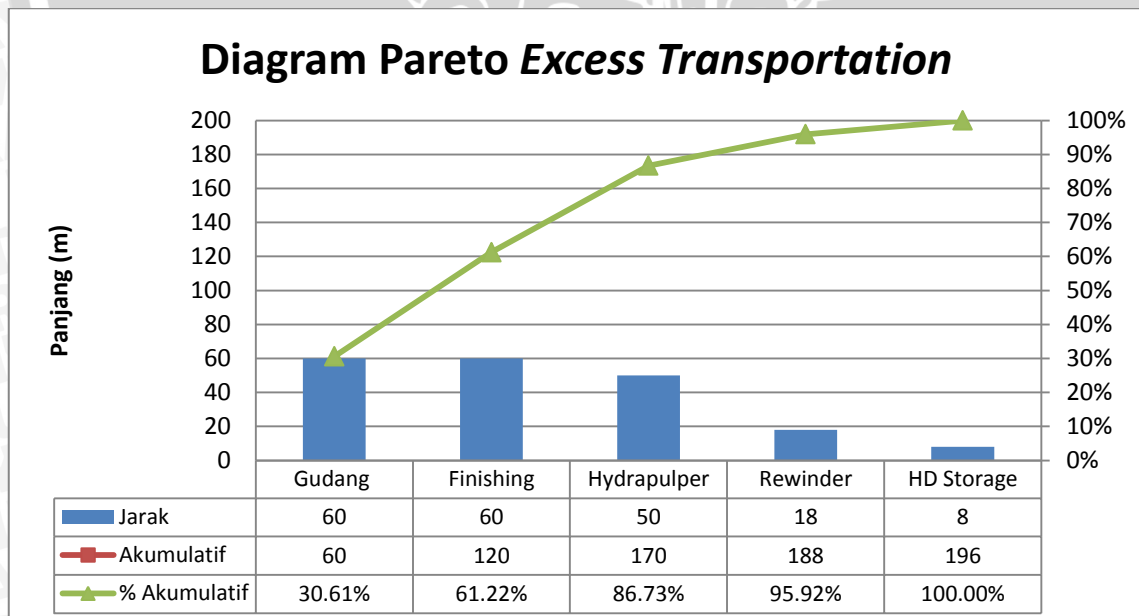
Berdasarkan penjelasan sebelumnya, proses yang tidak memberikan nilai tambah merupakan pengerjaan ulang *rejected product* pada Broke Chest. Sehingga hanya ada 1 *critical waste* yang menyebabkan kegagalan.

5. *Excess Transportation*

Transportasi yang dikategorikan ke dalam *waste* merupakan proses perpindahan material yang tidak memberikan nilai tambah. *Waste* transportasi yang teridentifikasi sepanjang proses produksi *brown paper* adalah sebagai berikut.

- Transportasi material dari Gudang Bahan Baku ke Hydrapulper menggunakan *loader* dan *conveyor* sepanjang 50m.
- Transportasi *pulp* dari Washer Repulper ke HD Storage menggunakan 2 buah *conveyor* dengan panjang masing-masing 4m.
- Transportasi *roll* kertas dari Reeler ke Rewinder menggunakan *crane* dengan jarak perpindahan 18m.
- Transportasi *roll* kertas dari Rewinder ke Finishing menggunakan *conveyor* sepanjang 50m dan dilanjutkan dengan penggunaan *lift* dengan jarak tempuh 10m.
- Transportasi *roll* kertas dari Finishing ke Gudang Barang Jadi menggunakan sebuah *forklift* dengan jarak 60m.

Pada pengukuran *waste* transportasi, penelitian ini berfokus pada jarak transportasi yang ditempuh. Perhitungan *waste* transportasi pada proses produksi *brown paper* untuk mengetahui *critical waste* ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram pareto *waste excess transportation*

Dari diagram pareto pada Gambar 4.7, dapat dilihat bahwa *waste* yang paling utama adalah transportasi pada stasiun Gudang, Finishing dan Hydrapulper.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat 3 *critical waste* yang menyebabkan kegagalan.

4.5 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) dengan menggunakan *Cause and Effect Diagram*. Berikut merupakan analisis *waste* yang dilakukan.

1. Defect

Berdasarkan penentuan *critical waste* pada *waste defect*, maka *waste* yang paling signifikan untuk dianalisis penyebab-penyebabnya adalah sebagai berikut.

a. Gramatur menyimpang

Gramatur menyimpang merupakan kondisi dimana berat gsm kertas cokelat tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Penyimpangan ini dapat berupa kelebihan gsm maupun kekurangan. Jenis *defect* ini adalah *defect* yang paling sering terjadi pada proses produksi *brown paper*. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan penyimpangan gramatur adalah sebagai berikut.

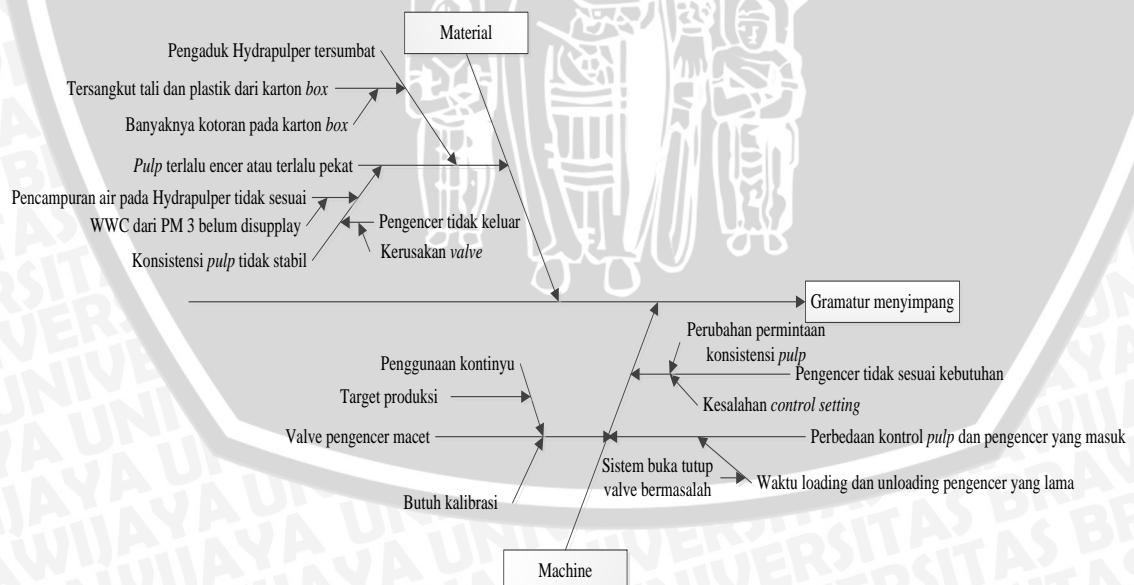
1) Material

Pulp yang diolah pada Pulp Plant dalam kondisi yang terlalu encer atau terlalu pekat. Kondisi ini disebabkan konsistensi *pulp* yang tidak stabil akibat pengencer (*spray*) yang tidak keluar dan pencampuran air dengan karton *box* yang tidak sesuai pada Hydrapulper. Masalah pengencer ini merupakan dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan *valve* yang merupakan media penghantar pengencer pada *pulp*. Sedangkan kurangnya *supply White Water Chest* (WWC) dari PM 3 merupakan faktor yang mempengaruhi ketidaksesuaian pelumatan pada Hydrapulper. Penyebab lain yang berpengaruh terhadap kondisi *pulp* yang terlalu encer atau terlalu pekat adalah kerusakan pengaduk pada Hydrapulper akibat tersumbat kotoran yang terkandung dalam karton *box*. Kotoran ini ikut dilumatkan pada Hydrapulper dan akan dibuang melalui Drainer. Jenis kotoran pada karton *box* umumnya berupa tali, rafia, staples, sterofom, plastik, batu kecil dan lain-lain.

2) Machine

Kerusakan *valve* merupakan faktor yang menyebabkan penyimpangan gramatur pada *brown paper*. Penggunaan kontinyu selama 3 *shift* dalam sehari menjadi alasan terjadinya kerusakan beberapa komponen mesin termasuk *valve* pengencer. Selain itu kondisi *valve* yang sering macet dikarenakan butuhnya kalibrasi pada instrumen pengontrol *valve*. Faktor lain yang menyebabkan penyimpangan gramatur adalah adanya perbedaan antara kontrol yang diberikan dengan pengencer yang masuk pada *pulp*. Hal ini sendiri disebabkan oleh lamanya waktu *loading* dan *unloading* pada *valve* akibat sistem buka tutup *valve* yang bermasalah. Kondisi tersebut terjadi ketika konsistensi *pulp* telah diatur sesuai spesifikasi akan tetapi *valve* yang merupakan media pengencer tidak membuka maupun menutup seketika pada saat *setting* dijalankan. Faktor lain yang menyebabkan adanya penyimpangan gramatur adalah pengencer yang diberikan tidak sesuai kebutuhan. Masalah ini merupakan akibat dari kesalahan kontrol yang diberikan dan adanya perbedaan atau penggantian konsistensi *pulp*.

Diagram sebab akibat untuk gramatur menyimpang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Diagram sebab akibat gramatur menyimpang

Berdasarkan Gambar 4.8, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah kurangnya *supply* pengencer dan kerusakan *instrument control*.

Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan memberikan usulan perbaikan.

b. Kertas pecah

Kertas pecah yang ditemukan pada akhir proses produksi menyebabkan produk yang ada tidak sesuai dengan yang diharapkan. Penyimpangan jenis ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1) *Machine*

Kertas pecah yang ditemukan pada akhir proses produksi disebabkan oleh ketidakmampuan bentangan dalam menurunkan kadar air pada lembaran kertas basah. Masalah ini disebabkan oleh adanya kerusakan pada bentangan akibat penggunaan yang kontinyu. Di samping itu, pemakaian bentangan yang melebihi usia rata-rata efektif (3 bulan) menjadi faktor lain penyebab masalah tersebut. Penggunaan yang melampaui usia pakai ini merupakan kelalaian operator yang tidak melakukan penggantian secara berkala. Bentangan merupakan sejenis “saringan” dimana kertas dalam bentuk lembaran basah akan dikurangi kadar airnya. Bentangan yang rusak akan menyebabkan konsentrasi lembaran kertas basah tidak akan sesuai sehingga akan menghasilkan kertas yang pecah. Bentangan sendiri adalah komponen pada Wire Part yang berfungsi untuk membentuk lembaran basah dan mengurangi kandungan air secara gravitasi.

2) *Material*

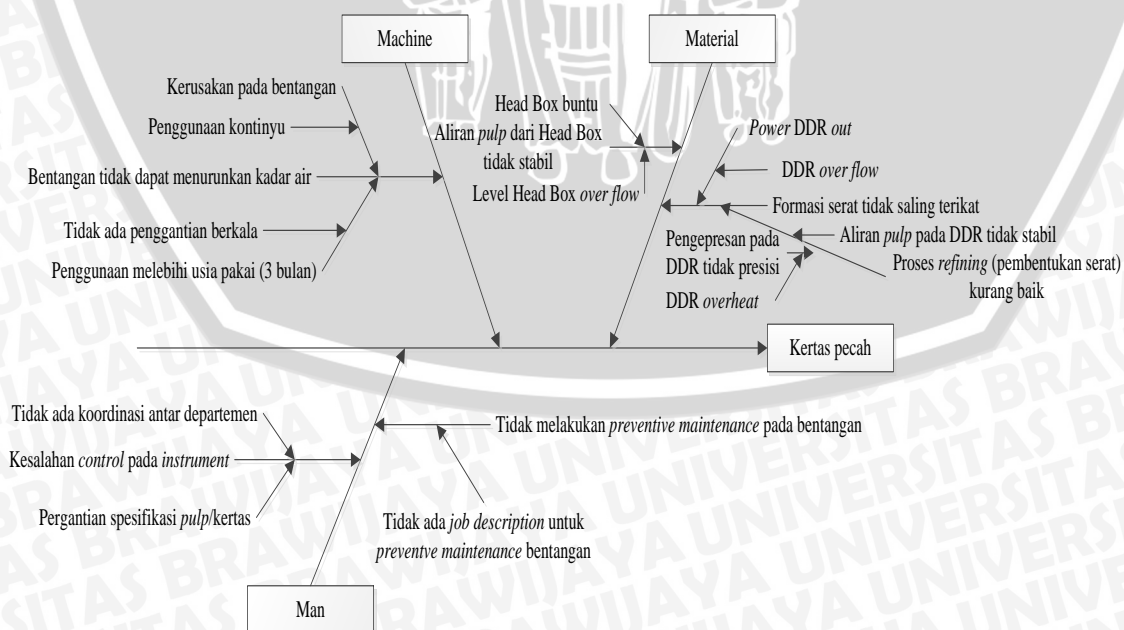
Penyimpangan pada produk akhir berupa kertas pecah dikarenakan aliran *pulp* yang keluar dari Head Box tidak stabil akibat Head Box yang buntu dan level Head Box *over flow*. *Pulp* yang keluar dari Head Box akan dibentuk menjadi lembaran kertas basah pada Wire Part. Kualitas lembaran basah pada Wire Part dipengaruhi oleh *pulp* yang dikeluarkan dari Head Box. Faktor lain yang menyebabkan kertas pecah adalah formasi serat yang tidak saling terikat. Hal ini disebabkan oleh proses *refining* (pembentukan serat) yang kurang baik. *Refining* merupakan proses yang dikerjakan pada Double Disk Refiner (DDR) yang berfungsi untuk mengkondisikan serat agar terbentuk fibrilasi. Proses *refining* yang kurang sempurna umumnya disebabkan oleh aliran *pulp* yang melewati DDR tidak stabil serta pengepresan *pulp* pada DDR yang tidak

presisi karena kondisi DDR yang *overheat*. Selain itu, DDR yang *over flow* menyebabkan *power DDR out* sehingga tidak terbentuk formasi serat yang bagus.

3) Man

Tidak adanya tindakan *preventive maintenance* pada bentangan yang dilakukan oleh pekerja. Bentangan akan diganti setelah kondisinya benar-benar rusak atau tidak mampu bekerja. Kondisi ini terjadi akibat tidak adanya *job description* yang jelas untuk mengganti bentangan secara berkala atau sesuai rata-rata usia efektif pemakaian. Faktor kesalahan manusia yang lainnya adalah adanya kesalahan kontrol instrumen yang diinput ke dalam *setting*. Kesalahan ini biasanya berupa penentuan konsistensi *pulp* pada stasiun kerja tertentu. Hal ini disebabkan karena tidak adanya/koordinasi yang buruk antar departemen dalam penentuan atau perubahan spesifikasi material. Selain itu, kesalahan kontrol juga disebabkan adanya perubahan spesifikasi dari spesifikasi awal yang ditentukan. Kondisi ini terjadi ketika terdapat perubahan permintaan konsistensi dari Paper Machine 3 kepada departemen Deinking dan Pulp 4.

Diagram sebab akibat untuk penyimpangan produk pada kategori kertas pecah ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Diagram sebab akibat kertas pecah

Berdasarkan Gambar 4.9, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* 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*. Penyebab-penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

c. Profil *roll* jalur/flui/gembos

Penyimpangan pada produk akhir yang berupa profil *roll* jalur/flui/gembos adalah keadaan dimana profil pada kertas tidak rata sehingga profil akan mengembung dan kemudian mengempes pada beberapa bagian tertentu. Faktor yang menyebabkan penyimpangan ini adalah sebagai berikut.

1) *Material*

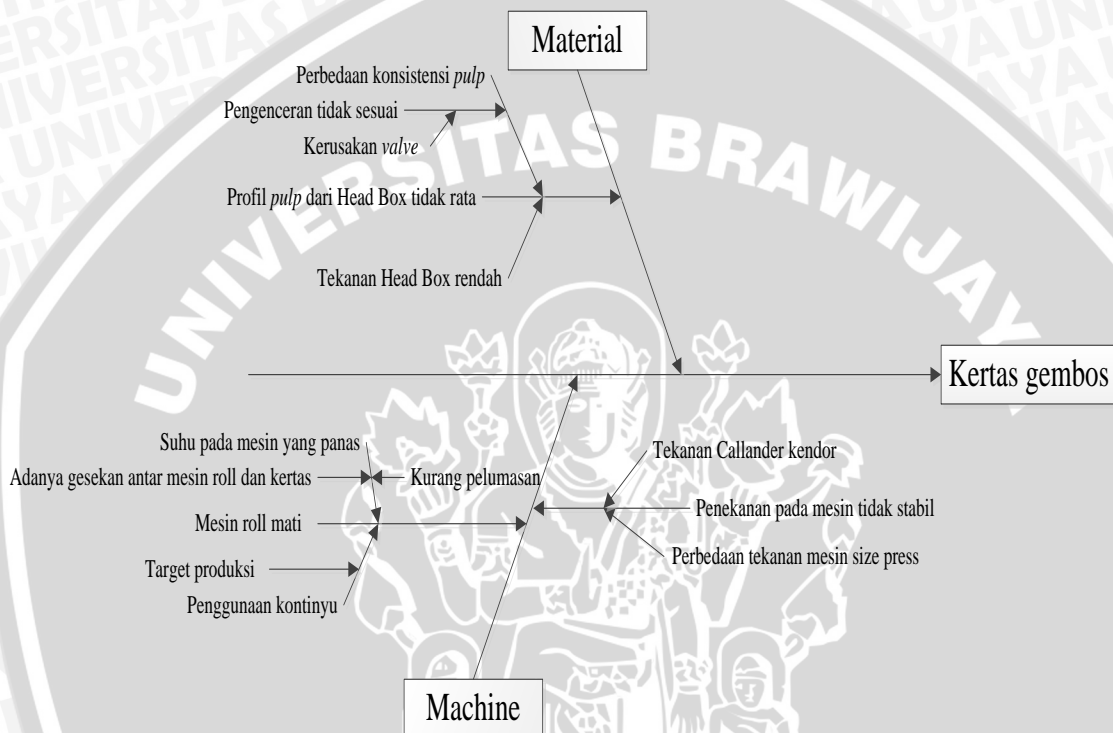
Penyimpangan ini terjadi karena kondisi profil *pulp* yang tidak rata yang dikeluarkan dari Head Box. *Pulp* dari Head Box yang tidak rata ini disebabkan oleh tekanan Head Box yang rendah serta adanya perbedaan konsistensi *pulp*. Perbedaan konsistensi *pulp* merupakan masalah yang terjadi akibat kerusakan *valve* sehingga proses pengenceran tidak sesuai. Head Box merupakan stasiun yang berfungsi untuk mendispersikan stok sepanjang mesin kertas dan mengatur aliran suspensi *pulp*. Jika penekanan *pulp* pada Head Box rendah, maka *pulp* yang dialirkan ke Wire Part untuk dibentuk menjadi lembaran basah akan memiliki profil yang tidak rata.

2) *Machine*

Mesin Roll merupakan mesin yang berfungsi untuk mengurangi kandungan air pada lembaran kertas basah dengan cara pengepresan. Keadaan dimana kertas gembos disebabkan oleh mesin Roll yang tidak bekerja dengan baik atau bahkan mati. Mesin Roll yang mati ini disebabkan karena penggunaan mesin yang kontinyu yakni proses produksi 24 jam yang diterapkan. Selain itu, masalah ini juga disebabkan oleh suhu pada mesin Roll yang panas (*overheat*) akibat adanya gesekan antar mesin Roll dan kertas serta kurangnya pelumasan yang diberikan. Prinsip kerja mesin Roll adalah dengan mengepres lembaran kertas di antara 2 buah Roll. Dengan sistem kerja yang seperti ini, peluang adanya gesekan cukup besar sehingga menyebabkan suhu

yang tinggi pada mesin Roll. Masalah lain yang menyebabkan kertas gembos adalah adanya penekanan pada mesin yang tidak stabil yang umumnya terjadi pada mesin Callander dan Size Press. Mesin Size Press tidak melakukan penekanan yang sama pada kedua ujung kertas sedangkan tekanan pada mesin Callander kendor.

Diagram sebab akibat untuk profil *roll* jalur/flui/gembos ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Diagram sebab akibat kertas gembos

Berdasarkan Gambar 4.10, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah perbedaan tekanan pada mesin Size Press, kurangnya pelumasan pada mesin Roll dan kerusakan pada *valve* pengencer. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

d. Potongan kurang rapi

Penyimpangan ini terjadi pada stasiun Rewinder ketika pisau pemotong sedang memotong gulungan kertas menjadi beberapa bagian yang ditentukan dan *core* mengalami pergeseran dari kedudukan semula, sehingga potongan yang dihasilkan menjadi kurang rapi. Faktor yang menyebabkan jenis kegagalan ini adalah:

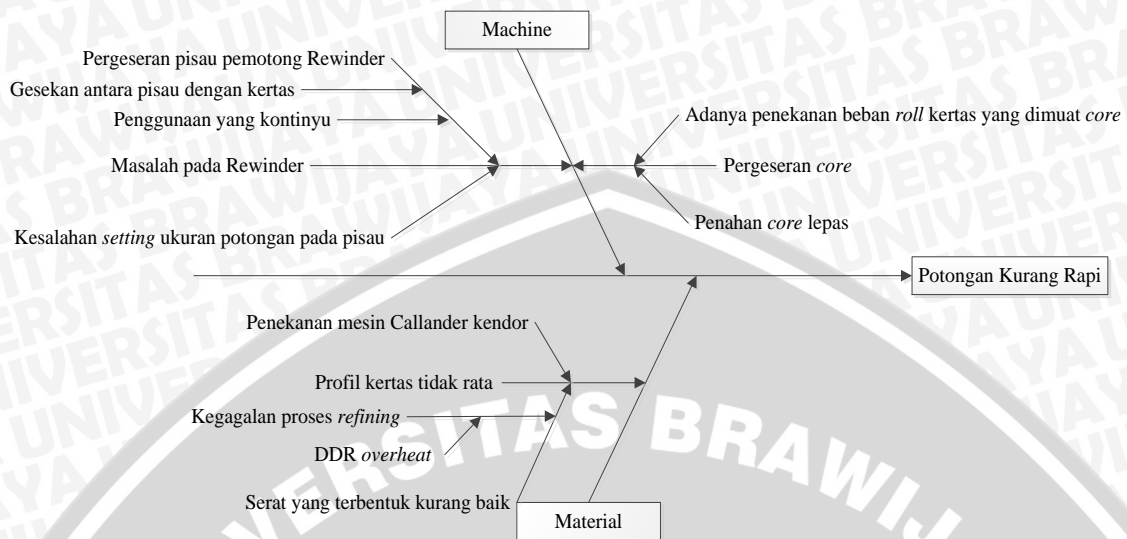
1) *Machine*

Adanya permasalahan pada Rewinder merupakan salah satu penyebab potongan kertas pada produk akhir menjadi kurang rapi. Masalah ini terjadi karena adanya pergeseran pisau pemotong Rewinder serta kesalahan *setting* ukuran potongan pada pisau. Beberapa pisau pemotong yang diaktifkan pada Rewinder mengalami pergeseran pada tempat semula yang telah ditentukan akibat adanya gesekan antara pisau pemotong dengan lembaran kertas serta penggunaan pisau pemotong yang kontinyu. Prinsip kerja pisau pemotong Rewinder ini adalah dengan menguraikan lembaran kertas dari Reller untuk digulung kembali sambil dipotong sesuai ukuran yang dipesan konsumen. Dengan cara kerja seperti ini, kemungkinan adanya pergeseran pisau Rewinder cukup besar untuk terjadi. Pergeseran pisau pemotong ini menyebabkan potongan yang tidak sama pada gulungan kertas yang dihasilkan. Pada umumnya, satu gulungan kertas sepanjang 5,2m dari Reller akan dipotong menggunakan 3-4 pisau pemotong menjadi 4-5 buah gulungan kecil. Di samping faktor penyebab masalah di atas, potongan yang kurang rapi juga disebabkan oleh adanya pergeseran *core*. *Core* merupakan tabung berlubang yang terdapat pada tengah gulungan kertas. Adanya pergeseran *core* disebabkan penahan *core shaft* yang lepas serta penekanan *roll* terhadap *core* yang juga mempengaruhi ketidakrapian potongan kertas.

2) *Material*

Potongan yang kurang rapi terjadi akibat profil kertas yang tidak rata. Masalah profil kertas ini terjadi karena serat yang terbentuk kurang baik serta penekanan yang rendah pada Callander. Stasiun Callander merupakan stasiun yang berfungsi untuk menghaluskan, melicinkan dan meratakan permukaan lembaran kertas serta menaikkan densitas kertas. Sistem kerja pada stasiun ini sama halnya seperti “menyeterika” dengan menggunakan 3 (tiga) pasang Iron Rolls. Dengan sistem kerja ini, jika Callander melakukan penekanan yang rendah maka profil kertas yang dihasilkan menjadi tidak rata. Sedangkan masalah pembentukan serat yang kurang baik terjadi akibat proses *refining* pada DDR yang tidak sempurna karena DDR yang *overheat*.

Diagram sebab akibat untuk penyimpangan produk pada kategori potongan kurang rapi ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram sebab akibat potongan kurang rapi

Berdasarkan Gambar 4.11, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah penahan *core* lepas, DDR *overheat*, dan adanya gesekan antara pisau Rewinder dengan kertas. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

2. *Waiting*

Berdasarkan penentuan *critical waste* pada *waste waiting*, maka *waste* yang paling signifikan untuk dianalisis penyebab-penyebabnya adalah sebagai berikut.

a. Proses Order

Proses Order (PO) merupakan jenis *waiting* berupa keterlambatan bahan baku atau habisnya *supply* bahan baku untuk proses produksi. *Waiting* jenis ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1) *Material*

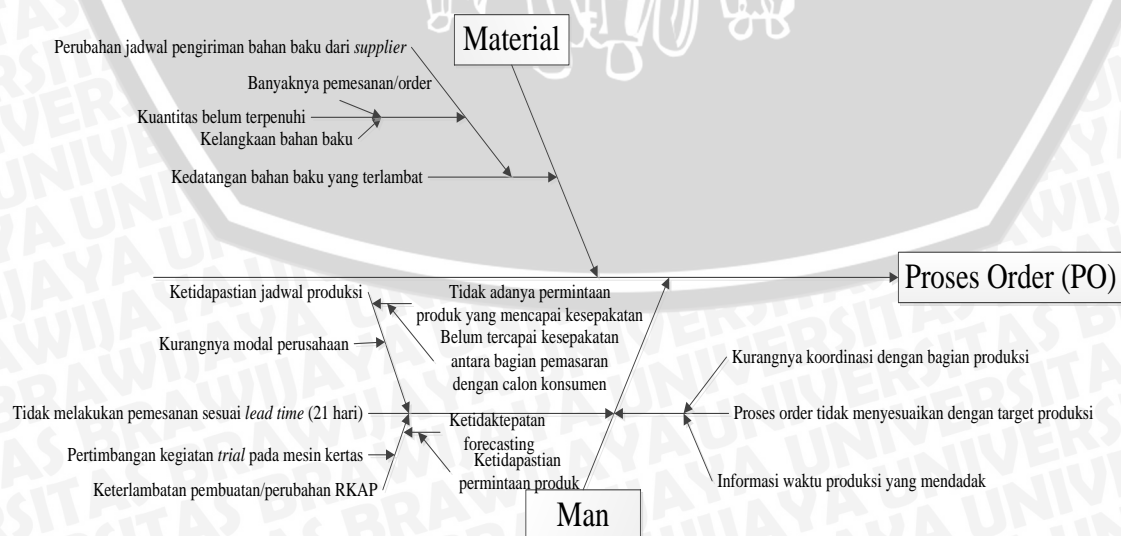
Proses menunggu kedatangan material yang menyebabkan terhentinya proses produksi disebabkan oleh terlambatnya *supply* bahan baku yang berupa karton *box* dari *supplier*. Keterlambatan kedatangan material ini merupakan efek yang ditimbulkan karena adanya perubahan jadwal pengiriman bahan baku dari *supplier*. *Supplier* melakukan penundaan karena belum terpenuhinya kuantitas bahan baku sesuai permintaan perusahaan. Hal ini dipicu oleh adanya kelangkaan bahan baku yang

menyulitkan *supplier* mengumpulkan karton *box* dari pengepul dan karena banyak pemesanan yang harus dilayani *supplier* dari beberapa perusahaan.

2) Man

Departemen Logistik tidak melakukan pemesanan sesuai *lead time supplier*, dimana rata-rata yang mampu dipenuhi *supplier* adalah 21 hari sejak dilakukan pemesanan. Hal ini dikarenakan ketidakpastian jadwal produksi di perusahaan akibat kurangnya modal dan tidak adanya permintaan produk yang mencapai kesepakatan baik dari segi harga maupun kualitas. Tidak adanya permintaan yang sesuai ini disebabkan karena *lobbying* yang dilakukan bagian pemasaran kurang mampu menarik minat calon konsumen. Faktor lain yang menyebabkan adanya keterlambatan bahan baku adalah adanya keterlambatan pembuatan dan/atau adanya perubahan Rancangan Kegiatan Anggaran Produksi (RKAP) dimana sub penyebab ini sendiri merupakan efek yang timbul karena pertimbangan dilakukannya kegiatan *trial* sebelum produksi pada Mesin Kertas. Masalah RKAP ini juga disebabkan karena ketidaktepatan proses *forecasting* yang merupakan dampak dari ketidakpastian permintaan produk. Selain penyebab-penyebab di atas, faktor lain yang mempengaruhi adalah dilakukannya proses order yang tidak menyesuaikan dengan target produksi karena koordinasi yang kurang baik antara Departemen Logistik dan Departemen Produksi serta adanya informasi waktu produksi yang mendadak.

Diagram sebab akibat untuk *waiting PO* ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Diagram sebab akibat *waiting PO*

Berdasarkan Gambar 4.12, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah kesalahan *forecasting* karena ketidakpastian permintaan produk. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

b. PLTU

PLTU merupakan jenis *waste waiting* akibat *problem power*. Pada proses produksi *brown paper*, PT Kertas Leces (Persero) menggunakan PLTU sebagai sumber energi. Faktor-faktor yang menyebabkan *problem power* pada PLTU dianalisis sebagai berikut.

1) *Material*

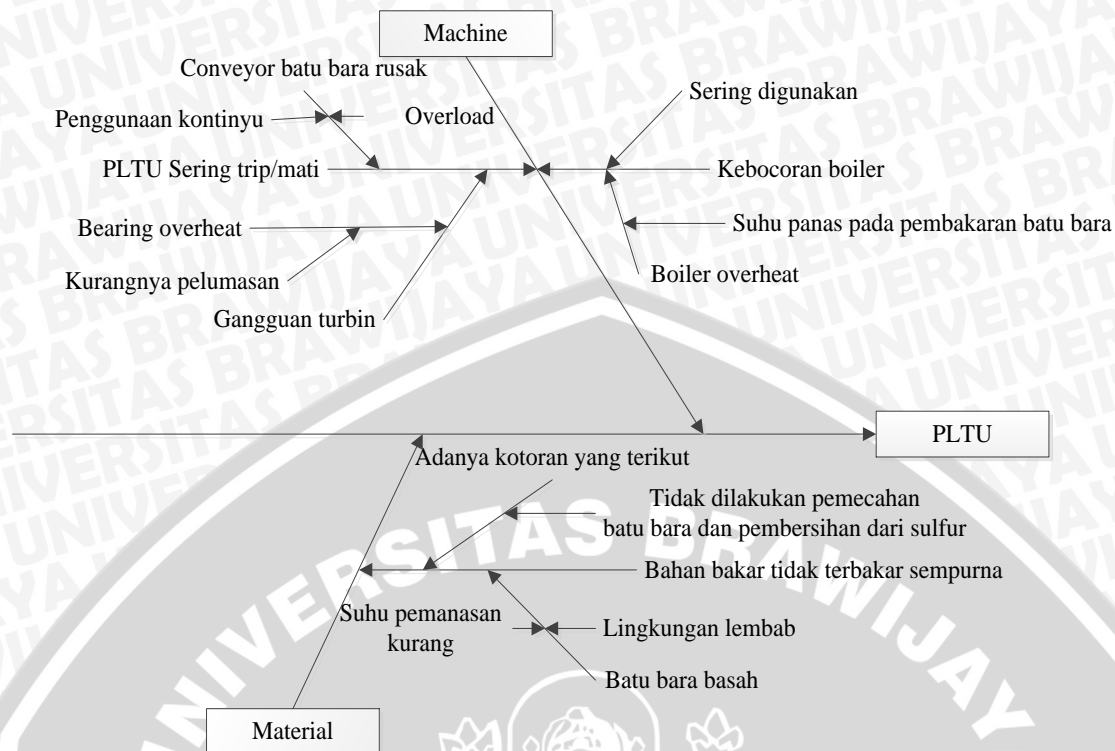
Bahan bakar yang berupa batu bara tidak terbakar dengan sempurna. Hal ini disebabkan karena kondisi batu bara yang masih basah akibat lingkungan yang lembab dan suhu pemanasan yang kurang serta adanya kotoran yang menempel pada batu bara. Kotoran ini umumnya berupa sulfur yakni zat kimia kekuningan yang menempel pada batu bara. Sulfur ini akan terus menempel selama tidak dilakukan pemecahan pada batu bara menjadi bongkahan-bongkahan kecil kemudian dibersihkan dalam tangki yang terisi air sehingga batu bara akan mengapung dan kotoran sulfur akan tenggelam.

2) *Machine*

Kerusakan pada PLTU yang sering mati/trip disebabkan oleh turbin yang berhenti berputar karena kurangnya pelumasan pada *bearing* sehingga menyebabkan *bearing overheat*. Selain itu kerusakan *conveyor* yang merupakan media pengantaran batu bara mengalami kerusakan akibat penggunaan yang kontinyu dan *overload*. Masalah lain yang menyebabkan PLTU sering mati adalah *boiler* yang merupakan tempat pembakaran batu bara dalam kondisi *overheat* akibat suhu tinggi pada proses pembakaran dan sering digunakannya *boiler*.

Diagram sebab akibat untuk *waiting* PLTU ditunjukkan pada Gambar 4.13.

Berdasarkan Gambar 4.13, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah tidak dilakukannya pemecahan batu bara menjadi bongkahan-bongkahan kecil dan pencucian dengan sulfur. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.



Gambar 4.13 Diagram sebab akibat *waiting* PLTU

3. *Inventory*

Berdasarkan penentuan *critical waste* pada *waste inventory*, maka *waste* yang paling signifikan untuk dianalisis penyebab-penyebabnya adalah:

a. *Inventory* bahan baku

Inventory bahan baku merupakan penumpukan bahan baku pada Gudang Bahan Baku yang disebabkan oleh faktor-faktor berikut.

1) *Material*

Inventory bahan baku terjadi akibat pemasukan bahan baku ke pabrik yang tidak terjadwal. Masalah ini terjadi karena adanya perubahan jadwal pengiriman bahan baku oleh *supplier*. Perubahan jadwal ini biasanya diinformasikan secara mendadak dan tanpa adanya antisipasi sebelumnya oleh pihak perusahaan. Di samping itu, masalah ini terjadi akibat ketidakpastian waktu *delivery* pada beberapa *supplier*. *Supplier* mengirim bahan baku sesuai pesanan kapasitas tetapi dengan waktu *delivery* yang tidak pasti. Hal ini menyebabkan adanya pengiriman bahan baku yang bersamaan pada beberapa *supplier* yang menyebabkan kelebihan *inventory* pada Gudang Bahan Baku namun pada waktu tertentu terjadi kelangkaan bahan baku.

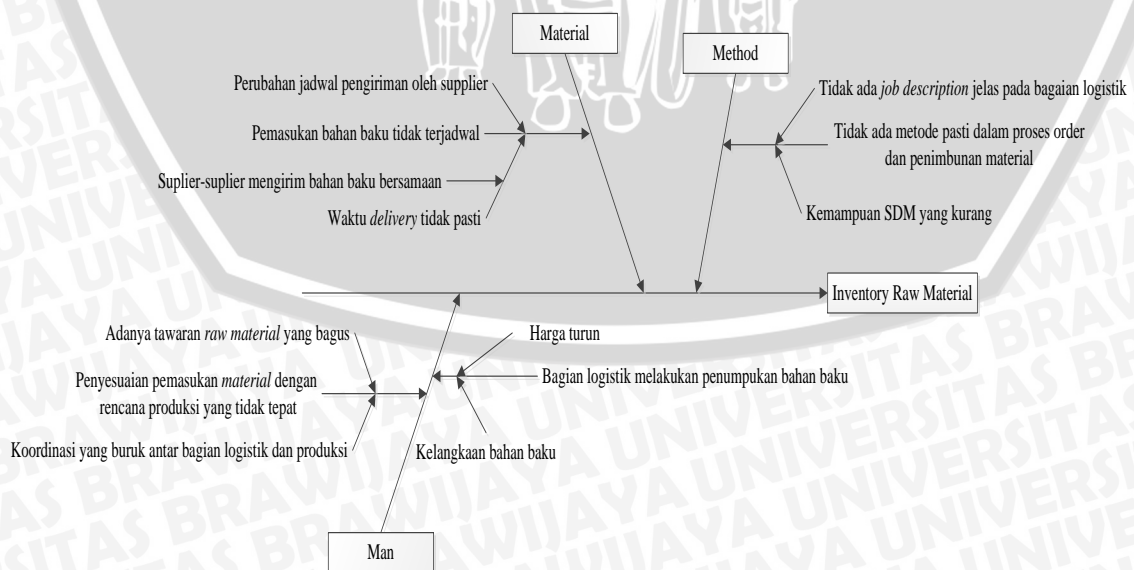
2) Method

Perusahaan tidak memiliki metode yang pasti dalam proses order dan penimbunan material. Departemen yang menangani masalah pemesanan bahan baku adalah Departemen Logistik. Tidak adanya metode dalam proses order material ini dikarenakan Departemen Logistik yang tidak memiliki *job description* yang jelas mengenai tugas dan keputusan yang harus diambil. Selain itu masalah ini disebabkan pula karena kemampuan (*skill*) SDM yang kurang dalam melakukan pemesanan material dengan tepat.

3) Man

Penumpukan bahan baku pada Gudang Bahan Baku dilakukan karena adanya kelangkaan bahan baku di pasaran dan harga bahan baku yang turun. Peluang ini dimanfaatkan perusahaan untuk menyimpan bahan baku tanpa memperhitungkan rencana produksi sehingga bahan baku tidak diproses pada waktu tertentu. Penyebab lain adalah penyesuaian pemasukan material dengan rencana produksi yang tidak tepat. Hal ini terjadi akibat koordinasi yang buruk antara pihak logistik dan produksi. Selain itu, adanya tawaran material yang bagus dari segi harga, jumlah, dan *time delivery* yang disepakati Departemen Logistik sehingga terjadi pemasukan bahan baku ke perusahaan.

Diagram sebab akibat untuk *inventory* bahan baku ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Diagram sebab akibat *inventory raw material*

Berdasarkan Gambar 4.14, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah dilakukannya penimbunan bahan baku ketika harga turun dan terjadinya perubahan jadwal pengiriman bahan baku oleh *supplier*. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

4. *Inappropriate Processing*

Berdasarkan penentuan *critical waste* pada *waste inappropriate processing*, maka *waste* yang signifikan untuk dianalisis penyebab-penyebabnya adalah *rework* kertas pada Broke Chest.

a. *Rework* (pengerjaan ulang) pada *rejected product*

Merupakan jenis aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada kertas yang telah diproduksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Adapun faktor yang menyebabkan terjadinya pemborosan ini adalah:

1) *Material*

Adanya pengerjaan ulang pada produk yang sudah jadi disebabkan karena kualitas produk yang tidak terpenuhi. Kualitas yang tidak sesuai spesifikasi ini terjadi karena adanya penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada produk yang dihasilkan. Penyimpangan ini misalnya *cobb test* tinggi, *ring crush under*, gramatur tidak sesuai dan beberapa jenis penyimpangan lain yang terjadi pada *brown paper*. Hal ini terjadi karena formula viskositas yang bervariasi akibat pencampuran pengencer (*spray pengencer*) yang tidak tepat. Faktor penyebab lain terjadinya *rework* adalah pH *controller* pada Head Box yang tidak berfungsi. Kontrol pH ini merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk menstabilkan *flow* pada *pulp*. Kondisi *pulp* yang stabil rata-rata memiliki pH 5-7. *Pulp* yang memiliki pH di luar spesifikasi tersebut akan memiliki konsistensi yang tidak stabil sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan pada produk yang diproduksi. Konsistensi *pulp* yang tidak stabil akibat proses pengenceran yang tidak sempurna juga mempengaruhi kualitas *pulp* yang akan diproses menjadi tidak sesuai. Hal ini juga menyebabkan terjadinya masalah pada kertas yang dihasilkan. Di samping itu, adanya kotoran yang lolos pada proses

penyaringan dapat pula menyebabkan terjadinya penyimpangan. Misalnya kotoran berupa plastik yang lolos akan meleleh dan melekat pada Dryer atau mesin Roll. Plastik lelehan yang melekat ini akan menempel pada kertas dan mengakibatkan kertas berlubang. Kertas berlubang yang tidak layak dijual akan mengalami proses pengerjaan ulang pada Broke Chest.

2) *Machine*

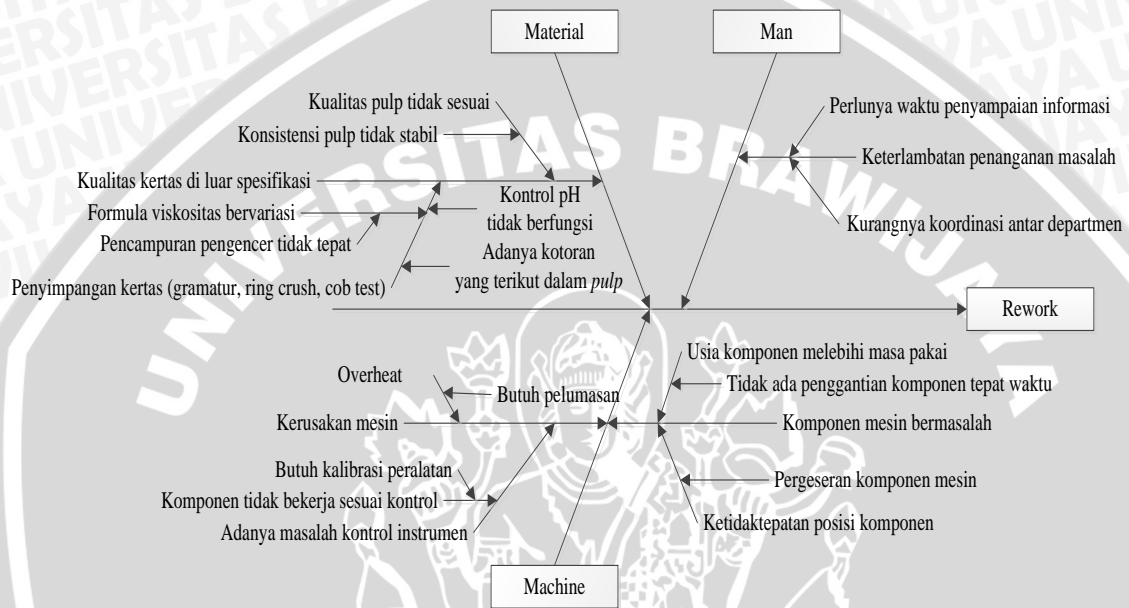
Kerusakan mesin maupun peralatan pendukung pada proses produksi *brown paper* menjadi penyebab adanya *rework* pada produk. Kerusakan ini dipicu oleh beberapa faktor penyebab, misalnya kondisi mesin yang *trip* (mati) akibat *overheat*. Temperatur yang tinggi terjadi karena penggunaan kontinyu dan kurangnya pelumasan yang diberikan. Pada beberapa peralatan yang digerakkan dengan *control instrument* tidak dapat berfungsi dengan baik karena komponen tidak dapat bekerja sesuai instruksi yang diberikan. Keadaan ini mengindikasikan bahwa dibutuhkannya kalibrasi pada beberapa komponen atau peralatan untuk menunjang sistem produksi. Alasan lain yang menjadi penyebab *rework* adalah komponen mesin yang bermasalah yang dikarenakan ketidaktepatan posisi komponen dan waktu siklus penggunaan komponen yang telah habis. Penggunaan komponen melebihi waktu efektif ini terjadi karena tidak adanya penggantian secara berkala dan tepat waktu. Kondisi komponen yang tidak layak pakai namun masih dioperasikan tersebut akan mempengaruhi kualitas kertas yang dihasilkan. Sedangkan masalah ketidaktepatan posisi komponen disebabkan oleh adanya pergeseran posisi komponen tersebut.

3) *Man*

Terjadinya *rework* dikarenakan adanya produk cacat yang terdeteksi dan tidak segera ditangani. Keterlambatan penanganan ini terjadi akibat koordinasi yang kurang baik antar departemen sehingga produk yang dihasilkan akan dikerjakan kembali pada Broke Chest. Pembuatan *brown paper* merupakan proses yang melibatkan beberapa departemen dalam proses produksi. Dikarenakan proses produksi yang kontinyu, maka kesalahan pemrosesan pada suatu departemen akan secara langsung mempengaruhi kualitas pada departemen selanjutnya.

Koordinasi yang kurang baik antar departemen dapat menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi sehingga produk mengalami proses pengerjaan ulang. Selain itu, dibutuhkan waktu dalam menyampaikan informasi mengenai adanya penyimpangan produk maupun informasi lain antar stasiun dan departemen.

Diagram sebab akibat untuk *waste inappropriate processing* ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Diagram sebab akibat masalah *rework*

Berdasarkan Gambar 4.15, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah kontrol pH pada Head Box yang tidak berfungsi. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

5. *Excess Transportation*

Excess transportation merupakan *waste* yang terjadi pada proses pengiriman material yang tidak memberikan nilai tambah. Berdasarkan penentuan *critical waste* pada *waste excess transportation*, maka *waste* yang paling signifikan untuk dianalisis penyebab-penyebabnya adalah sebagai berikut.

a. Transportasi Finishing

Merupakan perpindahan barang jadi dari stasiun Rewinder ke stasiun Finishing untuk dilakukan proses penyempurnaan produk. Transportasi ini menggunakan 2 alat *material handling* berupa *conveyor* dan *lift* dengan

jarak *material handling* sepanjang 60m. Adapun faktor yang menyebabkan terjadinya pemborosan ini adalah:

1) *Tool*

Transportasi ini dinilai berlebih karena digunakannya 2 alat *material handling* dalam proses perpindahan gulungan kertas. Penggunaan 2 alat *material handling* ini disebabkan jarak antara Rewinder dan Finishing yang cukup jauh akibat penggunaan area yang berbeda pada kedua stasiun kerja tersebut. Rewinder merupakan proses terakhir pada unit Paper Machine yang terletak di lantai 2 sedangkan stasiun Finishing terletak pada gedung yang berbeda di lantai 1. Pada mulanya *roll* kertas akan ditransportasikan secara horizontal menuju gedung dimana stasiun Finishing berada. *Roll* kemudian akan dikirim menggunakan *lift* yang bergerak secara vertikal menuju stasiun Finishing pada lantai 1. Jarak yang cukup jauh ini mengakibatkan digunakannya 2 alat *material handling* dengan total jarak tempuh 60m. Penggunaan gedung dan lantai yang berbeda pada kedua stasiun juga merupakan penyebab digunakannya 2 alat *material handling*. Selain itu, *lift* yang digunakan untuk proses transportasi vertikal pun tidak efisien. Hal ini dikarenakan *lift* hanya mampu mengangkut 1 *roll* setiap kali pengiriman akibat kapasitas *lift* yang terbatas. Hal ini menyebabkan adanya antrian pada *conveyor roll* kertas.

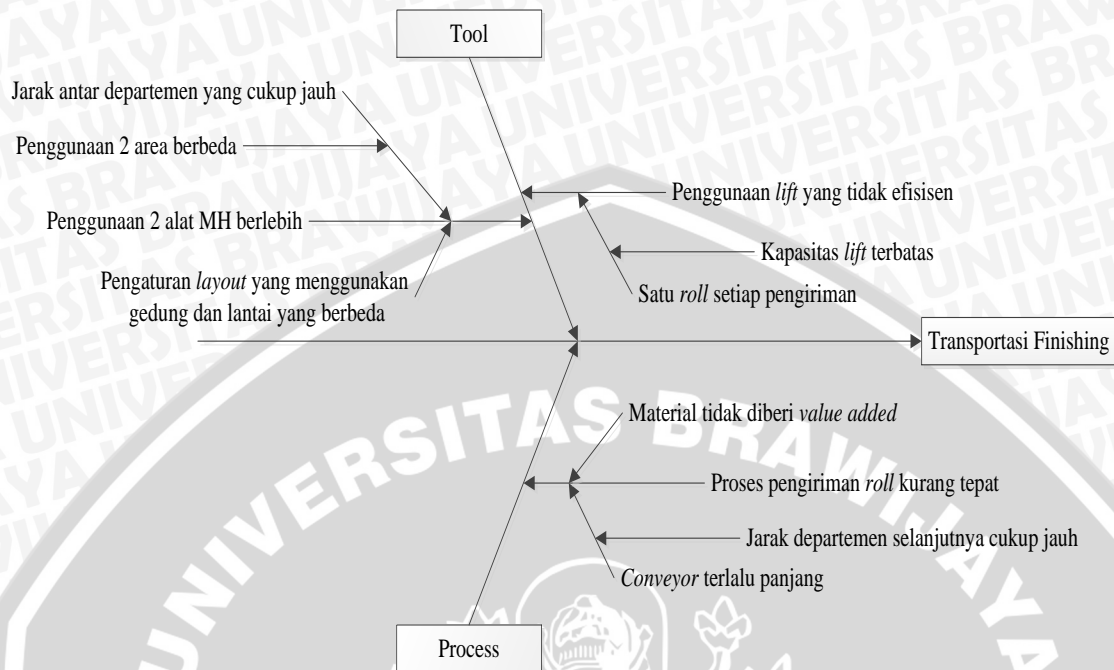
2) *Process*

Proses pengiriman *roll* dari Rewinder ke Finishing kurang tepat karena *conveyor* yang digunakan terlalu panjang. Panjang *conveyor* merupakan jarak antar 2 gedung yang digunakan yakni 50m. Penggunaan *conveyor* yang terlalu panjang ini disebabkan karena jarak antar departemen yang cukup jauh tersebut. Selain itu proses pengiriman *roll* kurang tepat karena material yang didistribusikan tidak diberi nilai tambah.

Diagram sebab akibat untuk *waste* transportasi Finishing ditunjukkan pada Gambar 4.16.

Berdasarkan Gambar 4.16, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah penggunaan 2 area yang berbeda sehingga perlunya aktivitas transportasi dan penggunaan alat *material handling* (*lift* dan *conveyor*) yang tidak tepat.

Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan memberikan usulan perbaikan.



Gambar 4.16 Diagram sebab akibat waste transportasi Finishing

b. Transportasi Gudang Barang Jadi

Transportasi ini merupakan perpindahan *roll* kertas dari stasiun Finishing ke Gudang Barang Jadi. Jarak *material handling* yang ditempuh pada proses transportasi ini sepanjang 60m. Faktor yang menyebabkan adanya waste transportasi Gudang Barang Jadi adalah sebagai berikut.

1) Tool

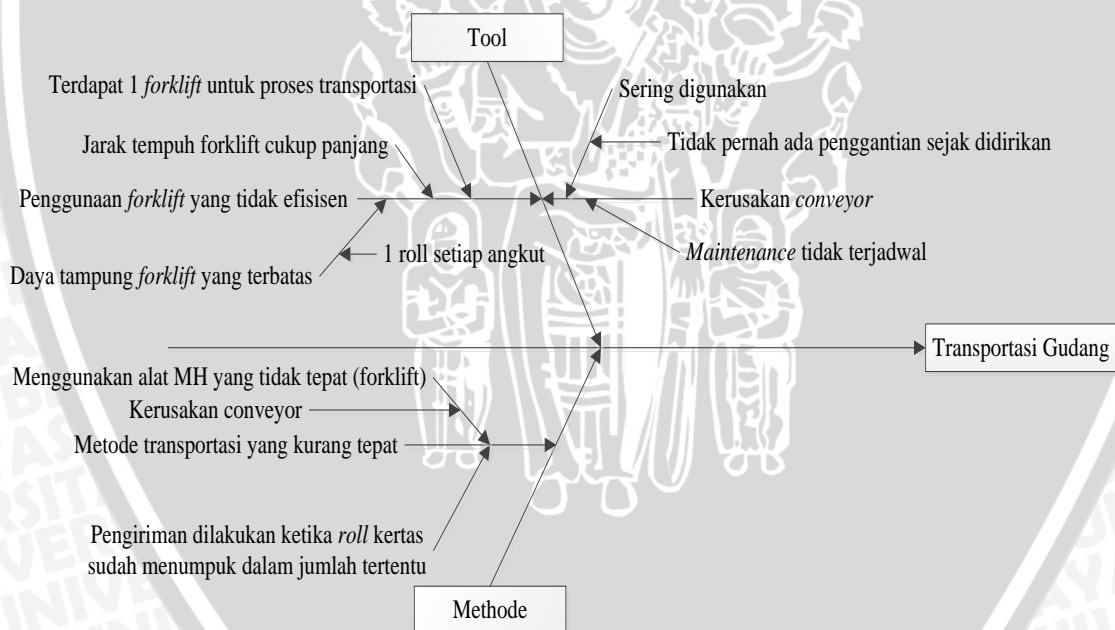
Adanya kerusakan pada *conveyor* untuk mengangkut barang jadi dari Finishing ke Gudang Barang Jadi sehingga proses pengangkutan menggunakan sebuah *forklift* dengan daya angkut 1 *roll* setiap kali transportasi. Kerusakan *conveyor* terjadi karena kegiatan *maintenance* pada *conveyor* yang tidak terjadwal dan frekuensi penggunaan yang tinggi akibat tidak adanya penggantian sejak didirikan unit Finishing dengan proses produksi yang kontinyu. Kegiatan *maintenance* umumnya dilakukan pada mesin atau komponen produksi, seperti Roll dan Callander dan mengabaikan perlunya *maintenance* pada peralatan penunjang seperti *conveyor*. Penggunaan *forklift* sebagai pengganti *conveyor* dinilai tidak efisien. Hal ini dikarenakan hanya terdapat 1 unit

forklift dalam proses transportasi, daya tempuh *forklift* yang cukup panjang dan kapasitas *forklift* sebanyak 1 *roll* setiap angkut.

2) Method

Metode pengiriman barang yang tidak tepat karena proses transportasi dilakukan setelah menunggu barang jadi siap dikirim dalam jumlah tertentu. *Roll* kertas yang telah mengalami penyempurnaan produk pada stasiun Finishing tidak langsung dikirim ke gudang, akan tetapi operator akan menunggu sampai terdapat *roll* dalam jumlah tertentu dan kemudian melakukan pengiriman. Hal ini menyebabkan penumpukan *roll* kertas pada stasiun Finishing. Selain itu, penggunaan alat *material handling* berupa *forklift* sebagai pengganti *conveyor* pun dinilai kurang cocok dan menjadi salah satu penyebab ketidaktepatan metode transportasi yang dipilih.

Diagram sebab akibat untuk *waste* transportasi Gudang Barang Jadi ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Diagram sebab akibat *waste* transportasi gudang

Berdasarkan Gambar 4.17, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah penggunaan alat *material handling* (*forklift*) yang tidak tepat. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

c. Transportasi Hydrapulper

Merupakan transportasi karton *box* dari Gudang Bahan Baku menuju Hydrapulper untuk dilakukan proses pelumatan karton *box*. Proses ini memakan jarak transportasi sepanjang 50m dengan menggunakan 2 alat *material handling* yakni *loader* dan *conveyor*. Faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* transportasi ini adalah sebagai berikut.

1) *Tool*

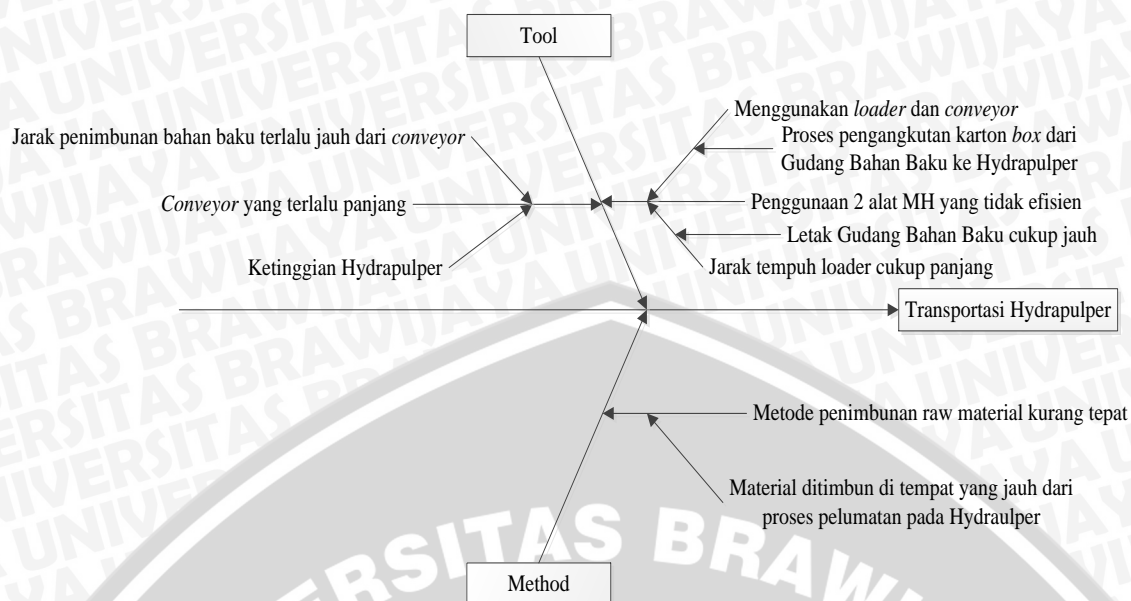
Waste pada transportasi Hydrapulper terjadi karena penggunaan 2 alat *material handling* yang tidak efisien. Hal ini disebabkan oleh adanya *loader* dan *conveyor* yang digunakan untuk mengangkut bahan baku secara paralel. Pada awalnya bahan baku yang ada di gudang akan diangkut menggunakan *loader* menuju *conveyor*, *conveyor* kemudian akan mengirimkan bahan baku ke Hydrapulper untuk dilakukan proses pelumatan. Selain itu, jarak tempuh sepanjang 50m yang cukup jauh dan memakan waktu untuk sampai pada stasiun Hydrapulper. Hal ini terjadi karena dilakukan penimbunan bahan baku pada gudang yang terletak cukup jauh dari Hydrapulper. Faktor lain yang menyebabkan *waste* adalah penggunaan *conveyor* yang terlalu panjang akibat jarak penumpukan bahan baku dari *loader* yang terlalu panjang dan pengaruh ketinggian Hydrapulper sendiri.

2) *Method*

Excess transportation pada Hydrapulper terjadi karena adanya metode penimbunan *raw material* yang kurang tepat. Hal ini sendiri dipicu karena adanya material yang ditimbun di tempat yang jauh dari proses pelumatan pada Hydrapulper. Material akan ditimbun di gudang sebelum dilumatkan, hal ini selain dapat merusak kualitas material juga akan membutuhkan tambahan proses berupa transportasi yang akan memperpanjang waktu produksi.

Diagram sebab akibat untuk *waste* transportasi Hydrapulper ditunjukkan pada Gambar 4.18.

Berdasarkan Gambar 4.18, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya *waste* adalah adanya penimbunan material di Gudang Bahan Baku yang memiliki jarak yang cukup jauh dengan Hydrapulper. Penyebab ini yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.



Gambar 4.18 Diagram sebab akibat *waste* transportasi hydrapulper

4.6 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. Nilai RPN yang semakin tinggi menunjukkan prioritas suatu *waste* untuk segera ditangani. Pada kolom terakhir FMEA diberikan nilai RPN kedua yang merupakan estimasi yang diperoleh berdasarkan analisis yang dilakukan.

4.6.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Suatu *failure mode* adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah diterapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. 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). Proses pengisian tabel FMEA dilakukan melalui aktivitas *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Aktivitas *brainstorming* ini dilakukan untuk

menentukan nilai *severity*, *occurance* serta *detection*. Kriteria dan *rating severity*, *occurance* dan *detection* yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. *Severity*

Severity merupakan tingkat keseriusan *waste* yang terjadi. Semakin besar nilai *severity* maka semakin besar pula keseriusan *waste* tersebut. Nilai *severity* untuk *waste defect* dapat dilihat pada Tabel 4.16. Sedangkan tabel *rating severity* untuk *waste* yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 4.16 *Severity Waste Defect*

<i>Rating</i>	Keterangan
1	<i>Defect</i> tidak memiliki pengaruh pada proses produksi
2	Menimbulkan gangguan yang sangat kecil pada proses produksi
	Sebagian kecil produk masuk ke dalam kualitas kelas dua
3	Menimbulkan gangguan kecil pada proses produksi
	Sebagian produk masuk ke dalam kualitas kelas dua
4	Menimbulkan gangguan sedang pada proses produksi
	Sebagian produk masuk ke dalam kualitas kelas dua
5	Menimbulkan gangguan sedang pada proses produksi
	Banyak terdapat penyimpangan produk
	Sebagian produk membutuhkan pengerjaan ulang
6	Menimbulkan gangguan besar pada proses produksi
	Banyak terdapat penyimpangan produk
	Sebagian produk membutuhkan pengerjaan ulang
7	Menimbulkan gangguan besar pada proses produksi
	Mengganggu proses permesinan
	Banyak terdapat penyimpangan produk
	Sebagian produk membutuhkan pengerjaan ulang
8	Menimbulkan gangguan serius pada proses produksi
	Mengganggu proses permesinan
	Memerlukan inspeksi material dan mesin
	Sebagian besar produk membutuhkan pengerjaan ulang
9	Menimbulkan gangguan sangat serius pada proses produksi
	Sangat mengganggu proses permesinan
	Sebagian besar produk cacat
	Sebagian besar produk membutuhkan pengerjaan ulang
10	Menyebabkan penghentian proses produksi
	Memerlukan inspeksi material dan mesin
	100% produk memerlukan proses pengerjaan ulang (<i>rework</i>)

2. *Occurance*

Merupakan *rating* yang menunjukkan tingkat keseringan terjadinya suatu *waste*. *Occurance waste defect* ditunjukkan pada Tabel 4.17. Sedangkan tabel *rating occurance* untuk *waste* yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 4.17 Occurance Waste Defect

Rating	Keterangan
1	Tidak terjadi kegagalan (99,97% produk baik)
2	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 2\%$
3	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 4\%$
4	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 6\%$
5	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 7\%$
6	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 8\%$
7	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 9\%$
8	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 10\%$
9	Kemungkinan terjadi kegagalan $\leq 15\%$
10	Kemungkinan terjadi kegagalan $> 15\%$

3. *Detection*

Merupakan *rating* yang memeringkatkan kriteria suatu *waste* dapat terdeteksi. Tabel 4.18 adalah *rating detection* pada pembuatan FMEA yang akan dibuat.

Tabel 4.18 *Detection*

Rating	Keterangan
1	<i>Waste</i> nampak jelas, sangat mudah untuk diketahui
2	Memerlukan inspeksi visual dan dapat ditangani selama ≤ 15 menit
3	Memerlukan inspeksi visual dan dapat ditangani selama ≤ 30 menit
4	Memerlukan inspeksi visual dan dapat ditangani selama ≤ 1 jam
5	Memerlukan inspeksi visual dan dapat ditangani selama ≤ 3 jam
6	Menggunakan bantuan alat/metode/pembongkaran sederhana
7	Menggunakan bantuan alat/metode/pembongkaran yang kompleks
8	Memerlukan bantuan alat/metode/pembongkaran kompleks yang mahal
9	Mendatangkan bantuan dari pihak luar perusahaan untuk mendeteksi/menangani <i>waste</i>
10	Tidak dapat dideteksi

Tabel 4.19 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 Melakukan <i>maintenance</i> berkala pada size press
				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

Tabel Lanjutan 4.19 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>
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 memperelajari 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
Seluruh kegiatan proses produksi	<i>Rework</i> produk <i>defect</i>	Menambahkan aktivitas pekerja dan mesin	4	Kontrol pH Head Box tidak berfungsi	8	Tidak ada	6	192	Mengaktifkan pH <i>controller</i> pada Head Box
<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>)

4.6.2 Pemilihan Prioritas Rekomendasi

Pemilihan prioritas rekomendasi merupakan aktivitas yang dilakukan untuk memberikan usulan perbaikan berdasarkan nilai RPN pada FMEA. Dari hasil perhitungan RPN pada tabel 4.19, dapat diketahui terdapat 3 nilai RPN tertinggi yang menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan. Tiga urutan nilai RPN tersebut adalah 350, 300, dan 270 yang ditunjukkan dengan warna kuning pada tabel FMEA.

Nilai RPN tertinggi pertama sebesar 350 terjadi pada *waste excess transportation* yakni pada perpindahan material dari Rewinder ke Finishing. Faktor penyebab terjadinya pemborosan ini dikarenakan penggunaan alat *material handling* yang tidak tepat. Pada *waste* ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti bahwa kegagalan ini memiliki efek yang rendah pada proses produksi secara keseluruhan. Nilai *occurance* sebesar 10 menunjukkan bahwa jenis *waste* ini sangat sering terjadi dan dilakukan berulang-ulang selama pembuatan *brown paper*. Sedangkan nilai *detection* sebesar 7 mempunyai arti bahwa kegagalan ini cukup sulit untuk terdeteksi.

Nilai RPN tertinggi kedua merupakan jenis *waste* cacat produk pada kategori kertas pecah dengan faktor penyebab penggunaan bentangan yang melebihi usia efektif pemakaian. Nilai *severity* pada *waste* ini sebesar 5 yang menunjukkan bahwa kegagalan ini memiliki efek yang rendah pada proses produksi. Adapun nilai *occurance* 10 bermakna bahwa kegagalan tersebut merupakan kegagalan yang terjadi secara berulang-ulang. Sedangkan nilai *detection* sebesar 6 menunjukkan jenis kegagalan ini cukup sulit untuk dideteksi.

Nilai RPN tertinggi ketiga adalah *waste inventory* bahan baku dengan faktor pemasukan bahan baku dari *supplier* yang tidak terjadwal dengan baik. Kegagalan ini mempunyai nilai *severity* sebesar 5 yang berarti bahwa adanya efek rendah yang ditimbulkan pada proses produksi. Nilai *occurance* sebesar 9 menunjukkan tingkat keseringan terjadinya kegagalan ini yang dilakukan secara berulang-ulang. Nilai 6 pada kategori *detection* menunjukkan bahwa kegagalan ini cukup sulit untuk terdeteksi.

4.6.3 Rekomendasi Perbaikan

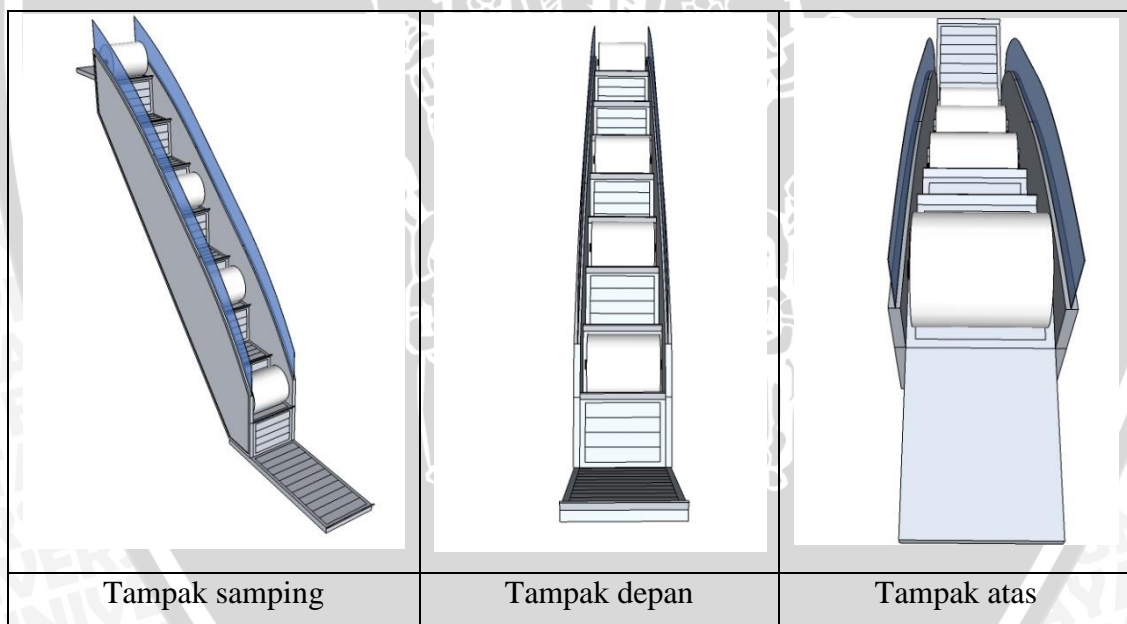
Setelah mengetahui *waste* yang menjadi prioritas untuk diperbaiki terlebih dulu, maka langkah selanjutnya adalah memberikan usulan perbaikan terhadap ketiga *waste* yang memiliki nilai RPN tertinggi. Usulan perbaikan yang difokuskan pada pemborosan-pemborosan tersebut diharapkan mampu menurunkan nilai RPN tertinggi

sehingga risiko terjadinya *waste* dapat dikurangi. Adapun perbaikan yang diusulkan adalah sebagai berikut ini.

4.6.3.1 Rekomendasi Perbaikan *Waste Excess Transportation*

Berdasarkan tabel FMEA yang telah dibuat sebelumnya, jenis kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi terjadi pada *waste excess transportation* dengan *critical waste* perpindahan material dari Rewinder ke Finishing. Kegagalan ini disebabkan karena penggunaan alat *material handling* yang tidak tepat dalam memindahkan gulungan kertas.

Setelah dilakukan analisis terhadap permasalahan yang terjadi, maka 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 4.19 merupakan gambar tangga berjalan yang merupakan usulan perbaikan terhadap masalah *excess transportation*.



Gambar 4.19 Usulan perbaikan tangga berjalan

Penggunaan tangga berjalan yang diusulkan ini diharapkan dapat mengganti alat *material handling* sebelumnya yang berupa *conveyor* dan *lift* dengan memberikan keuntungan tersendiri. Dengan mengaplikasikan penggunaan tangga berjalan, maka proses pengiriman *roll* kertas dapat dilakukan secara kontinyu dan dapat menghindari adanya antrian *roll* dari *conveyor* yang menuju *lift* akibat daya muat *lift* yang terbatas

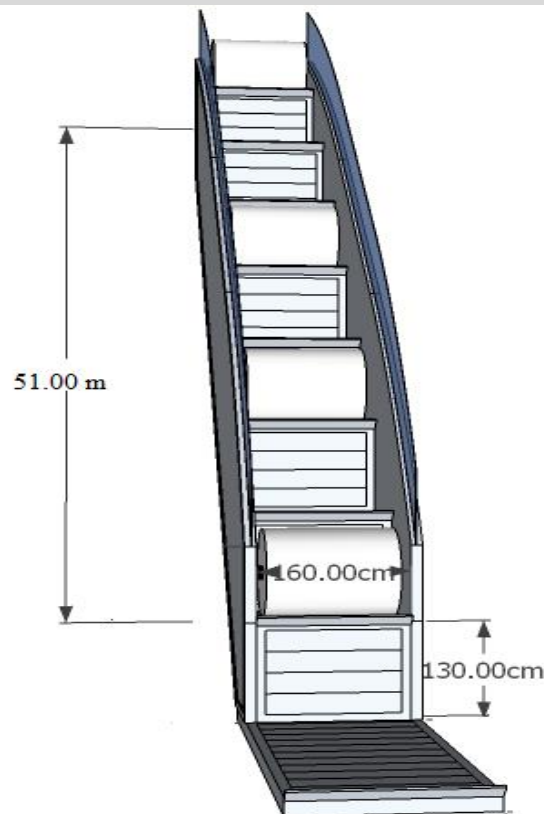
hanya 1 *roll* setiap kali pengiriman. Perbandingan alat *material handling* sebelum dan sesudah rekomendasi dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 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

Berdasarkan perbandingan alat *material handling* pada Tabel 4.20, dapat dilihat beberapa keuntungan yang didapatkan jika menggunakan tangga berjalan untuk memindahkan *roll* kertas. Keuntungan pertama adalah adanya penghematan penggunaan alat *material handling* dengan menggunakan 1 unit tangga berjalan. Keuntungan selanjutnya adalah adanya pengurangan jarak *material handling* dari 60m menjadi 51m. Jarak 60m terdiri dari 50m panjang *conveyor* dan 10m merupakan jarak tempuh *lift* ke lantai 1. Dengan menggunakan tangga berjalan, maka perpindahan *roll* dianggap merupakan garis miring *conveyor* dan *lift*. Proses perpindahan material yang semula dilakukan secara *intermittent* (putus-putus) karena material harus menunggu kedatangan *lift* sehingga menyebabkan terjadinya antrian pada ujung *conveyor* dapat dihindari karena dengan penggunaan tangga berjalan maka *roll* akan secara kontinyu dikirimkan ke Finishing. Secara bersamaan hal ini akan mengurangi kemungkinan terjadinya antrian *roll* pada proses transportasi. Keuntungan lain adalah adanya pengurangan lama perpindahan. Berdasarkan hasil pengamatan, waktu yang dibutuhkan 1 *roll* kertas untuk sampai ke Finishing sebesar 146 detik. Penggunaan tangga berjalan akan lebih efektif dan meringkas waktu perpindahan karena kecepatannya yang dapat disesuaikan dan prosesnya yang dapat mengantar beberapa *roll* kertas sekaligus. Penghematan waktu sebelum dan sesudah rekomendasi dapat dilihat dari waktu perpindahan sebesar 114 detik dan rata-rata lama antrian sebesar 32 detik sehingga total waktu perpindahan adalah 146 detik. Sedangkan dengan rekomendasi penggunaan

tangga berjalan, waktu yang dibutuhkan akan berkurang menjadi 11 detik yang diperoleh berdasarkan estimasi perhitungan jika menggunakan kecepatan *conveyor* 5 m/s dengan jarak tempuh 51 meter. Kecepatan 5m/s diperoleh berdasarkan hasil *brainstorming* dengan Departemen Teknik dan Departemen Produksi serta pertimbangan kedatangan *roll* pada Stasiun Finishing agar memudahkan operator dalam mengambil *roll*. Berdasarkan alasan-alasan di atas, maka penggantian alat *material handling* diusulkan untuk mengurangi *waste excess transportation* pada proses produksi *brown paper* di perusahaan. Ukuran tangga berjalan yang diusulkan pada proses perpindahan *roll* dapat dilihat pada Gambar 4.20 di bawah ini.



Gambar 4.20 Ukuran tangga berjalan

Keterangan:

Dimensi	Ukuran	Allowance	Total
Lebar kertas	140 cm	10 cm @ sisi kanan dan kiri	160 cm
Diameter kertas	120 cm	10 cm	130 cm
Panjang tangga	51 m	-	51 m

Selain rekomendasi berupa tangga berjalan seperti yang diusulkan di atas, alternatif rekomendasi lain yang dinilai lebih efisien adalah penggunaan *conveyor*. *Conveyor* memiliki desain yang lebih sederhana dan murah jika dibandingkan dengan tangga berjalan. Akan tetapi penggunaan *conveyor* pada perusahaan kurang mendapat perhatian *maintenance* yang lebih. Sehingga diusulkan menggunakan tangga berjalan

yang umumnya memiliki siklus hidup yang lebih panjang dan kegiatan *maintenance* yang lebih teratur.

4.6.3.2 Rekomendasi Perbaikan *Waste Defect*

Nilai RPN tertinggi kedua sebesar 300 yang didapatkan dari hasil pembuatan pada tabel FMEA merupakan *waste defect* dengan *critical waste* kertas pecah. Faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan ini adalah penggunaan bentangan yang melebihi usia efektif pemakaian sehingga menghasilkan kertas yang tidak sesuai spesifikasi. Tabel 4.21 merupakan data kerusakan bentangan pada Paper Machine 1, 2, dan 3 selama periode pengamatan.

Tabel 4.21 Kerusakan Bentangan Tahun 2013

Bulan	PM 1	PM 2	PM 3
Januari	✓		✓
Februari	✓	✓	-
Maret	✓	✓	-
April	✓	-	-
Mei		-	-
Juni		-	✓
Juli		✓	
Agustus			✓
September	✓		

Keterangan:

✓	: terjadi kerusakan
-	: tidak digunakan untuk beroperasi
cell kosong	menunjukkan tidak terjadi kerusakan

Berdasarkan Tabel 4.21, dapat dilihat bahwa kerusakan bentangan cukup sering terjadi pada masing-masing Paper Machine. Kondisi tersebut diperparah dengan digunakannya bentangan yang melebihi usia pakai yang disarankan. Hasil *brainstorming* yang dilakukan dengan Departemen Teknik menghasilkan informasi bahwa usia rata-rata penggunaan bentangan adalah selama 3 bulan. Sehingga 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 4.22 merupakan rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk melakukan *replacement* pada bentangan.

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 4.21.

Tabel 4.22 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
..
..

**Lakukan
Penggantian Berkala
pada Bentangan!**

Gambar 4.21 Label peringatan penggantian bentangan

Adapun spesifikasi label peringatan yang direkomendasikan pada Control Room adalah sebagai berikut.

Kriteria	Spesifikasi	Keterangan
Ukuran label	Panjang X lebar = 30cm X 15cm	Ukuran disesuaikan dengan <i>space</i> yang tersedia dan pertimbangan ukuran huruf serta jarak pandang
Bahan/Media	Kertas poster	Awet, tidak mudah sobek
Huruf	<i>Times New Roman</i>	Jelas dan mudah dibaca
Warna	Teks: hitam, bold Line: merah Fill: kuning	Teks: kejelasan membaca Line: merah ditujukan sebagai tanda waspada adanya bahaya Fill: kuning ditujukan sebagai tanda peringatan

Sedangkan ukuran huruf dalam label peringatan yang berkaitan dengan tinggi huruf, lebar huruf, tebal huruf dan jarak antara huruf ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Tinggi huruf (H)
$$= \frac{\text{jarak visual (mm)}}{200}$$
$$= \frac{4 \times 1000}{200} \text{ mm}$$
$$= 20 \text{ mm}$$
2. Lebar huruf besar (h)
$$= \frac{2}{3} H = 13,33 \text{ mm}$$

3. Lebar huruf kecil $= \frac{2}{3}h = 8,88mm$
4. Tebal huruf besar $= \frac{1}{6}H = 3,33mm$
5. Tebal huruf kecil $= \frac{1}{6}h = 2,22mm$
6. Tinggi huruf kecil $= \frac{2}{3}H = 13,33mm$
7. Jarak antar huruf dan angka $= \frac{1}{5}H = 4mm$
8. Jarak antara 2 huruf $= \frac{1}{4}H = 5mm$
9. Jarak antara 2 baris $= \frac{2}{3}H = 13,33mm$

Penggunaan jarak pandang (jarak visual) sejauh 4 meter adalah dengan asumsi bahwa jarak tersebut merupakan jarak terjauh yang dapat dilihat oleh operator pada Control Room.

4.6.3.3 Rekomendasi Perbaikan *Waste Inventory*

Nilai RPN yang menempati peringkat tertinggi ketiga adalah jenis kegagalan pada *waste inventory* dengan *critical waste inventory* bahan baku pada gudang. Faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan ini adalah terjadinya pemasukan bahan baku yang tidak terjadwal dengan baik sehingga memungkinkan terjadinya penumpukan bahan baku pada saat tertentu dan adanya *shortage* pada waktu yang lain. 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 sebagai berikut.

1. Kriteria Biaya

Biaya merupakan faktor utama yang terkait dengan *purchasing*. Dalam melakukan pembelian material, faktor yang perlu diperhatikan adalah harga material dan biaya distribusi. Perusahaan sebaiknya memilih harga material yang

paling minimum untuk meningkatkan margin keuntungan sehingga dapat meminimasi biaya produksi. Sedangkan biaya distribusi yang harus dipertimbangkan meliputi biaya transportasi, jarak distribusi, biaya penyimpanan, biaya *handling* dan *packaging*, serta biaya atas kerusakan barang selama transportasi. Dalam hal ini, manajemen harus mempertimbangkan *supplier* dengan biaya paling rendah.

2. Kemampuan Teknis

Supplier perlu memiliki kemampuan teknis yang kompeten untuk menyediakan produk yang berkualitas tinggi, menjamin perbaikan kinerja masa depan dan mempromosikan upaya pengembangan terutama ketika strategi perusahaan meliputi pengembangan produk, teknologi atau akses baru.

3. Penilaian Kualitas

Kualitas merupakan faktor penting dimana *supplier* dapat meningkatkan dan mempertahankan kinerja pengiriman. Faktor yang diukur berdasarkan dimensi kualitas adalah komitmen manajemen, pengembangan produk, perbaikan proses pengiriman, perencanaan dan jaminan kualitas dalam rantai pasok, penilaian kualitas dalam produksi, inspeksi dan eksperimentasi serta kualitas staf *supplier*.

4. Profil Organisasi

Faktor ini meliputi pencapaian tujuan penjualan dan pemasaran, kinerja keuangan, pencapaian tujuan organisasi dan strategi teknologi. *Supplier* yang baik harus memiliki kekuatan organisasi yang tinggi dan kemampuan koordinasi.

5. Tingkat Pelayanan

Pelayanan yang baik dari *supplier* dapat membantu meningkatkan kepercayaan pelanggan, hal ini dianalisis berdasarkan prosedur pengiriman, *lead time*, dan kemudahan komunikasi. Prosedur pengiriman merupakan kemampuan *supplier* untuk menepati jadwal pengiriman yang telah ditetapkan. *Supplier* yang tepat waktu akan lebih mudah dan menguntungkan untuk diajak bekerja sama. Dari sudut pandang *lead time*, semakin pendek *lead time* semakin baik pula *supplier*. *Lead time* yang panjang memberi kesan bahwa *supplier* tertentu kurang efisien atau *supplier* memiliki lebih banyak pelanggan dari yang ia mampu layani sehingga terjadi penundaan pengiriman. Sedangkan kemudahan komunikasi dan negosiasi dengan *supplier* dapat menentukan hubungan jangka panjang antara *supplier* dengan pelanggan.

6. Profil *Supplier*

Profil *supplier* yang perlu dipertimbangkan meliputi status keuangan, respon pelanggan, dan kinerja sejarah. Status keuangan dari negara *supplier* (bila menggunakan *supplier* global) mungkin mempengaruhi nilai tukar, pengendalian mata uang dll. *Supplier* yang baik harus memiliki dasar keuangan yang baik untuk menghindari pembayaran yang tertunda. Kinerja sejarah *supplier* harus dianalisis mengingat sifat kompetitif *supplier*, jadwal produksi masa lalu, respon terhadap pasar dan kemampuannya membuat hubungan komersial dan referensi bisnis. Penelitian menunjukkan *supplier* yang lebih tua lebih berpengalaman dan lebih stabil dalam suatu bisnis.

7. Faktor Risiko

Supplier global dinilai lebih berisiko dibanding *supplier* domestik sehingga pemilihan *supplier* global sangat dipengaruhi atas dasar lokasi geografis dan stabilitas politik. Dari sisi geografis, perusahaan harus memeriksa lokasi asal *supplier*, lokasi pabrik, sifat bencana alam serta status fisik dan sosial *supplier* karena adanya pengaruh hubungan jangka panjang dan masalah *supply* material. Stabilitas politik yang cukup mempengaruhi pemilihan *supplier* adalah kondisi pemerintahan yang stabil, bila dianalisis lebih lanjut maka perubahan kepemimpinan politik dan kebijakan luar negeri perlu dipertimbangkan pula.

Dari ketujuh faktor yang mempengaruhi pemilihan *supplier* yang optimal, Tabel 4.23 merupakan pembobotan faktor yang dilakukan bersama sesuai hasil *brainstorming* dengan Departemen Logistik. Pembobotan dilakukan untuk memprioritaskan faktor-faktor tertentu yang dapat memperbaiki permasalahan *inventory*.

Tabel 4.23 Pembobotan Faktor Pemilihan *Supplier*

Faktor	Bobot	Keterangan
Kriteria Biaya (A)	0,3	Meningkatkan margin keuntungan
Tingkat Pelayanan (B)	0,2	Kebutuhan ketepatan pengiriman
Penilaian Kualitas (C)	0,15	Pengurangan jumlah <i>reject</i>
Kemampuan Teknis (D)	0,1	Tidak terlalu membutuhkan pengembangan produk
Profil <i>Supplier</i> (E)	0,1	Profil <i>supplier</i> tidak terlalu berpengaruh
Profil Organisasi (F)	0,1	Kekuatan organisasi <i>supplier</i> tidak berpengaruh signifikan
Faktor Risiko (G)	0,05	Risiko kecil karena menggunakan <i>supplier</i> domestik

Berdasarkan Tabel 4.23, kriteria biaya, tingkat pelayanan dan penilaian kualitas merupakan faktor yang paling diprioritaskan dalam memilih *supplier*. Sedangkan

ilustrasi pemilihan *supplier* berdasarkan pembobotan faktor yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.24. Contoh perhitungan nilai pada *supplier* adalah sebagai berikut.

$$\text{Supplier 1} = (0,3 \times 9) + (0,2 \times 6) + (0,15 \times 8) + (0,1 \times 5) + (0,1 \times 7) + (0,1 \times 8) + (0,05 \times 6) = 7,4.$$

Adapun data perhitungan nilai pada *supplier* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Faktor Pemilihan *Supplier*

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

Dari perhitungan pada Tabel 4.24, *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. Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat diberikan usulan untuk memprioritaskan *supplier* yang memiliki nilai lebih tinggi dalam proses pengiriman bahan baku untuk proses produksi. Penelitian ini merekomendasikan untuk memilih 2 *supplier* dengan nilai tertinggi, yakni *supplier* 1 dan *supplier* 4. Pemilihan 2 *supplier* ini dikarenakan pertimbangan kapasitas produksi yang dapat dipenuhi dengan menggunakan 2 *supplier* sebagai pemasok bahan baku yang dapat mengirim material dengan tepat waktu sehingga dapat mengurangi adanya *unnecessary inventory* pada Gudang Bahan Baku. Pemilihan 2 *supplier* ini juga ditujukan untuk mengurangi adanya kerusakan bahan baku yang umumnya berupa penjamuran kertas dan kebakaran dikarenakan banyaknya bahan baku yang ditumpuk dari beberapa *supplier*. Ketika permintaan produk menunjukkan jumlah yang lebih tinggi, maka perusahaan dapat mempertimbangkan *supplier* ke 2 untuk mengirim bahan baku. 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. Misalnya nilai 9 pada kriteria biaya menunjukkan biaya yang semakin murah dan nilai 8 pada kriteria kualitas menunjukkan kualitas yang semakin baik.

4.6.4 Prediksi Nilai 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. Tabel 4.2 di bawah ini merupakan tabel FMEA terhadap 3 *waste* dengan nilai RPN tertinggi setelah rekomendasi.

Tabel 4.25 Prediksi Nilai RPN pada FMEA Setelah Rekomendasi

Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Control Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Prediction			
										Sev	Occ	Det	RPN
Material Handling	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