

**Analisis Downtime Paper Machine Menggunakan Metode FMEA untuk  
Menurunkan Cacat Sheet Break**

***Analysis of Paper Machine Downtime Using the FMEA Method to Reduce Sheet  
Break Defects***

**Erwin<sup>1</sup>, Bima Nurmansyah<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi. Teknik Mesin, Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Prodi. Teknologi Pulp & Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung, Bekasi, Indonesia

e-mail: erwin.dosen@gmail.com, bimanurmansyah30@gmail.com

---

**Abstrak**

Dalam proses produksi kertas di PT. A ditemukan fenomena permasalahan yang sering kali terjadi yaitu peristiwa *sheet break*. *Sheet break* adalah kontributor yang berpengaruh untuk kehilangan keuntungan, peningkatan *downtime* dan biaya operasional yang lebih tinggi. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi reason *sheet break* dan menentukan usulan perbaikan pada proses produksi menggunakan metode SPC (*Statistical Proses Control*) dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Hasil analisis p-Chart menunjukkan bahwa jumlah *broke sheet break* berada diluar batas kendali yang berarti pengendalian kualitas proses produksi kertas masih kurang baik. Berdasarkan diagram pareto, penyebab *sheet break* yang sering terjadi yaitu *tear paper* dengan persentase kumulatif sebesar 53% dan *holes paper* dengan persentase kumulatif sebesar 35%. Hasil analisis diagram *fishbone* diketahui bahwa *tear paper* dan *holes paper* disebabkan oleh beberapa faktor yaitu *man*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment*. Kemudian hasil analisis dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) didapatkan 2 akar penyebab *tear paper* dan 2 akar penyebab *holes paper* dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) di atas nilai RPN kritis yaitu pemakaian filler nilai RPN 320, *high draw* di area *press part* nilai RPN 128, banyaknya kotoran yang menempel di area *clothing* (*wire*, *felt*, dan *canvas*) nilai RPN 280, dan terdapat *slime* dan *dirt* di *paper machine* nilai RPN 63. Selanjutnya usulan perbaikan yang diprioritaskan oleh perusahaan yaitu akar penyebab yang memiliki nilai RPN di atas nilai RPN kritis dari *tear paper* dan *holes paper*.

Kata kunci: *Downtime*, FMEA, *paper machine*, *sheet break*, SPC.

**Abstract**

*In the paper production process at PT. A, a problem phenomenon that often occurs is the sheet break event. Sheet breaks are a powerful contributor to lost profits, increased downtime and higher operating costs. Therefore, the objective of this research to identify reason sheet breaks and determine proposed improvements to the production process using the SPC (Statistical Process Control) and FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) methods. The results of the p-Chart analysis show that the number of broken sheet breaks is beyond the control limit, which means that the quality control of the paper production process is still not good. Based on the Pareto diagram, the most common reason sheet breaks are Tear*

*paper with a cumulative percentage of 53% and Holes paper with a cumulative percentage of 35%. The results of the fishbone diagram analysis show that tear paper and holes paper are caused by several factors, namely man, machine, material, measurement, and environment. Then the results of the analysis using the FMEA method (Failure Mode and Effect Analysis) obtained 2 root causes of tear paper and 2 root causes of holes paper with an RPN (Risk Priority Number) value above the critical RPN value, namely the use of filler value of RPN 320, high draw in the press area the part value is RPN 128, the amount of dirt that sticks to the clothing (wire, felt, and canvas) area is RPN 280, and there are slime and dirt in the paper machine with an RPN value of 63. Next, the proposed improvement prioritized by the company is the root cause that has an RPN value above the critical RPN value from the tear paper and hole paper.*

**Keywords:** *Downtime, FMEA, paper machine, sheet break, SPC*

**Pendahuluan**

Penggunaan kertas dalam kehidupan manusia sehari-hari memang tidak dapat dipisahkan. Hal tersebut dikarenakan kertas mempunyai kegunaan untuk menulis, mencetak, membungkus benda, dan lain-lain. Menurut (Holik, 2006), Kertas adalah lapisan tipis serat selulosa tanaman, diperoleh dengan menghilangkan air dari suspensi serat dengan penyaringan. Dikutip dari (Kemenperin, 2017), menyatakan bahwa Meningkatnya penggunaan media online tidak menghambat pertumbuhan industri *pulp* dan kertas di Indonesia, sehingga permintaan kertas secara global tetap tinggi. Hal ini membuat potensi industri *pulp* dan kertas di Indonesia sangat besar. PT. A yang merupakan perusahaan manufaktur kertas yang memproduksi berbagai jenis kertas dalam jumlah banyak setiap harinya. Karena proses produksi yang terus menerus, PT. A sebagai perusahaan yang bergerak dibidang industri kertas sejauh ini perlu memperhatikan kualitas proses produksi dan kinerja mesin. Pada saat proses produksi kertas di PT. A ditemukan beberapa fenomena di *paper machine* yang sering kali terjadi, sehingga dapat menghambat proses produksi. Berikut merupakan data fenomena permasalahan disalah satu unit *Paper Machine* pada bulan Oktober - Desember 2021.

Tabel 1. Data jumlah *sheet break* di *Paper Machine* pada bulan Oktober – Desember 2021.

No	Section	Jumlah Sheet Break		
		Oktober	November	Desember
1	Press Part	19	19	14
2	Pre Dryer	109	63	52
3	After Dryer	16	18	2
4	Size Press	14	15	5
5	Calender	6	9	6
6	Reel	6	0	0
	Total	170	124	79
	Durasi	2442 menit	1507 menit	1036 menit

*Sheet break* merupakan suatu permasalahan dalam proses produksi kertas yang disebabkan oleh lembaran kertas yang mengalami putus pada saat proses produksi masih berjalan. Selanjutnya fenomena *Lost Time* di *paper machine* dapat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Data jumlah penyebab *Lost Time* di *Paper Machine* pada bulan Oktober – Desember 2021.

No	Jenis	Jumlah penyebab <i>Lost Time</i>		
		Oktober	November	Desember
1	<i>Mechanical</i>	1	1	4
2	<i>Instrumental</i>	4	0	1
3	<i>Process loss</i>	1	0	0
4	<i>Change grade</i>	23	19	16
5	<i>Other operative</i>	16	9	5
	Total	45	29	26
	Durasi	2556 menit	1241 menit	650 menit

*Lost Time* atau kehilangan waktu pada proses produksi kertas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu *mechanical*, *instrumental*, *process*, dan *other operative*. Sedangkan *change grade* merupakan suatu kegiatan pada proses produksi kertas yang dilakukan ketika terjadinya pergantian *grade* kertas sesuai permintaan dari konsumen. Kemudian fenomena *shutdown* di *paper machine* dapat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Data jumlah *shutdown* di *Paper Machine* pada bulan Oktober – Desember 2021.

No	Jenis	Jumlah <i>shutdown</i>		
		Oktober	November	Desember
1	<i>Shutdown</i>	1	1	1
	Durasi	660 menit	720 menit	720 menit

*Shutdown* adalah total waktu perawatan unit produksi dimana semua mesin akan berhenti berproduksi sama sekali. Hal ini dimaksudkan agar semua mesin dalam satu unit produksi dapat ditangani secara menyeluruh. *Shutdown* pada proses produksi kertas biasanya dilakukan sebulan sekali dan berlangsung lama.

Dari beberapa fenomena di *paper machine* diketahui bahwa *sheet break* merupakan fenomena yang sering kali terjadinya pada proses produksi kertas. *Sheet break* adalah kontributor yang berpengaruh untuk kehilangan keuntungan, peningkatan *downtime* dan biaya operasional yang lebih besar (Imtiaz et al., 2006). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis penyebab

dominan yang menyebabkan permasalahan *sheet break*, mengidentifikasi faktor terjadinya penyebab dominan yang menyebabkan *sheet break*, dan membuat usulan perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas proses produksi kertas dalam menurunkan terjadinya penyebab *sheet break*. Salah satu metode dalam mengendalikan dan mengidentifikasi permasalahan pada proses produksi yaitu metode SPC (*statistical proses control*). SPC (*statistical proses control*), menurut Render & Haizer (2014) dikutip oleh (Putra et al., 2020), adalah teknik statistik yang banyak digunakan untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Kontrol Kualitas Statistik menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) memiliki tujuh alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat kontrol kualitas disebutkan dalam Heizer dan Render (2005) dan dikutip dalam (Kartika, 2013) yaitu *check sheet*, *histogram*, *control chart*, *diagram Pareto*, *diagram fishbone*, *Scatter diagram*, dan *diagram proses*. Hasil analisis statistika dari SPC (*Statistical Process Control*), selanjutnya dianalisis menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dengan cara yaitu memberikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* terhadap setiap faktor terjadinya *reason* dominan yang menyebabkan masalah *sheet break*, sehingga dapat menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) dan nilai RPN kritisnya untuk dijadikan rekomendasi perbaikan. Analisa FMEA bertujuan untuk mengetahui berbagai macam kemungkinan mode dan prosedur kegagalan. Menurut (Ghivaris et al., 2015) dikutip oleh (Suhaeri, 2017), nilai RPN (*Risk Priority Number*) menggambarkan tingkat keparahan dampak (*severity*), kemungkinan penyebab akan menyebabkan kegagalan terkait dampak (*occurrence*) dan dapat mendeteksi kegagalan (*detection*). Penelitian Erwin, 2017 menyatakan bahwa kualitas kinerja proses akan mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan; dan memperkuat loyalitas pelanggan, meningkatkan penjualan dan keuntungan, serta memastikan perbaikan terus-menerus (Erwin & Asbanu, 2021), sehingga akan memberikan keberlanjutan bagi industri manufaktur kertas.

### Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. A disalah satu *Paper Machine* (PM) pada proses produksi di tanggal 2 februari sampai 14 april 2022. Sumber data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: Data primer pada penelitian ini meliputi data yang sudah diolah dengan menggunakan metode SPC (*Statistical Process Control*), data analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dan data hasil perhitungan yaitu data jumlah *broke sheet break*; dan data sekunder pada penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari pabrik meliputi data produksi, data *sheet break* (data *reason sheet break* dan data jumlah *sheet break*), data *Basis Weight* kertas, data *speed* mesin, dan data lebar lembaran kertas.

Tahapan analisis pengolahan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengumpulan data jumlah produksi dan data *sheet break* diperoleh dari kantor unit *Paper Machine-X* dari bulan oktober - desember 2021.
2. Data jumlah produksi dan data jumlah *broke sheet break*, kemudian di kontrol dengan menggunakan salah satu jenis *Attribute Control Chart* yaitu peta kendali p atau (p-Chart). Menurut (Devani & Wahyuni, 2017), menyatakan bahwa Peta kendali digunakan untuk memantau dan mengevaluasi kegiatan atau proses di bawah kendali mutu statistik untuk memecahkan masalah dan menghasilkan peningkatan mutu. Berikut dibawah ini adalah rumus-rumus Peta Kendali p (Yudianto et al., 2018):

- Rumus persentase kerusakan (p)

$$P = \frac{np}{n}$$

Keterangan:

np: Jumlah sampel yang rusak  
n: Jumlah sampel yang diperiksa

- Rumus Garis Pusat/ *Central Line* (CL)

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan:

$\sum np$  = Jumlah total sampel yang rusak

$\sum n$  = Jumlah total sampel yang diperiksa

- Rumus batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL).

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{n}}$$

Keterangan:

$\bar{P}$  = rata-rata kerusakan produk

n = Jumlah sampel yang diperiksa

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{n}}$$

Keterangan:

$\bar{P}$  = rata-rata kerusakan produk

n = Jumlah sampel yang diperiksa

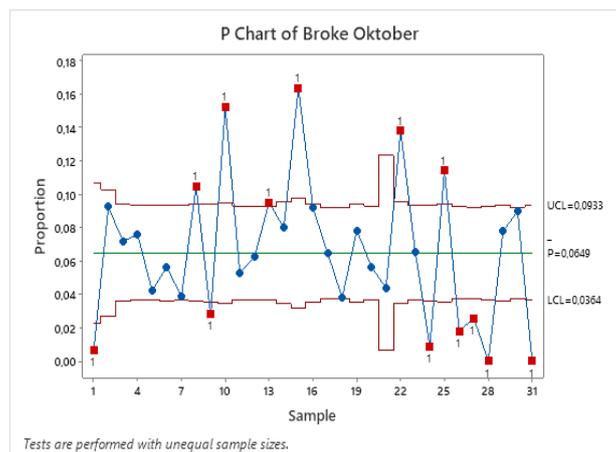
3. Selanjutnya data penyebab *sheet break* yang diperoleh akan diidentifikasi jenis penyebab dominan yang menyebabkan masalah *sheet break* dalam proses produksi kertas dengan menggunakan diagram *pareto*. Penggunaan Diagram *Pareto* berfungsi untuk mengetahui jenis penyebab *sheet break* apa yang paling berpengaruh dari keseluruhan yang terjadi.
4. Setelah diketahui jenis penyebab dominan pada *sheet break*, selanjutnya dikonsultasikan melalui wawancara dengan pihak-pihak terkait untuk mengidentifikasi faktor penyebabnya dengan menggunakan diagram *fishbone*.
5. Dari hasil *diagram fishbone*, kemudian akan menjadi input pada tahap analisis FMEA. FMEA adalah suatu teknik analisa yang berguna untuk menganalisis dan menghindari berbagai jenis kesalahan (Yazera, 2021). Adapun faktor-faktor penyebab dari *tear paper* dan *holes paper* selanjutnya akan diberikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Pemberian nilai tersebut dilakukan dengan diskusi dengan narasumber pada lokasi dan waktu yang berbeda-beda. Kemudian nilai dari seluruh narasumber dirata-ratakan untuk setiap nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari setiap faktor penyebab *tear paper* dan *holes paper* yang menyebabkan *sheet break*.
6. Menghitung, mengurutkan, dan menetapkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) kritis dari semua akar-akar penyebab masalah sebagai prioritas untuk dilakukan perbaikan.

7. Memberikan usulan perbaikan agar permasalahan tersebut dapat di atasi sehingga dapat meminimalisasi jumlah *sheet break*.
8. Setiap usulan perbaikan yang prioritas dijabarkan lebih lanjut menggunakan metode 5W+1H. Penggunaan metode 5W+1H digunakan untuk mendapatkan solusi perbaikan yang lebih detail dan spesifik. Informasi tentang 5W+1H dikumpulkan berdasarkan wawancara dengan pihak pabrik.

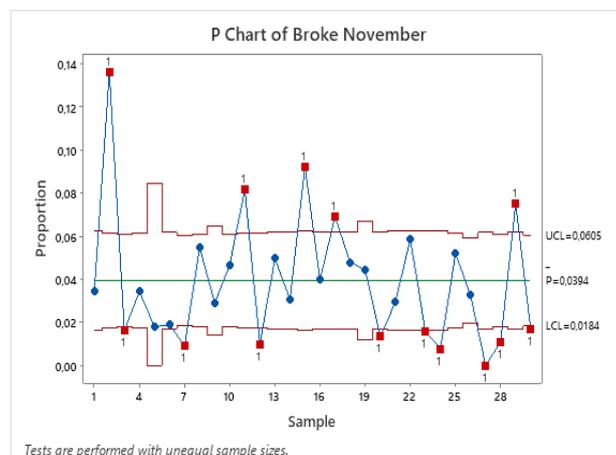
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Peta Kendali p (p-Chart)

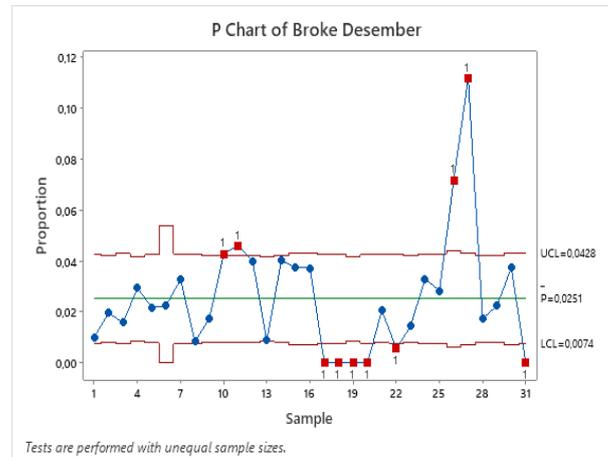
Menurut (Agustina, 2017), Peta kendali digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan berada dalam batas kendali yang digunakan sebagai syarat dalam perhitungan kapabilitas proses. Jika tidak ada data yang berada di luar batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) dan plot data tidak memiliki penyimpangan, maka data tersebut sudah terkendali. Dalam penelitian ini digunakan peta kendali p untuk melihat proporsi atau perbandingan antara produk yang rusak (*broke sheet break*) dan jumlah produksi yang berada dalam batas kendali atau di luar batas kendali. *P-Chart broke sheet break* bulan Oktober, November dan Desember 2021 dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 1. *p-Chart broke sheet break* bulan Oktober 2021



Gambar 2. *p-Chart broke sheet break* bulan November 2021



Gambar 3. *p-Chart broke sheet break* bulan Desember 2021

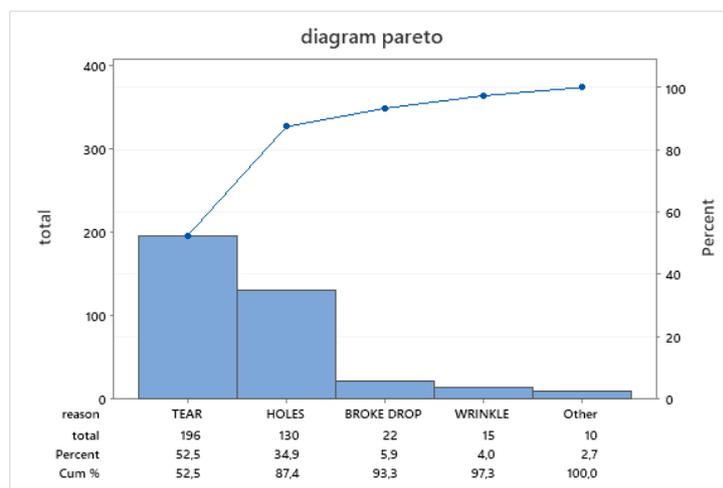
Berdasarkan hasil dari 3 *p-Chart* yang telah diolah dengan software Minitab 19 menunjukkan bahwa adanya titik-titik yang masih berada di luar batas kendali. Diketahui dari grafik *p-Chart* bulan Oktober 2021 terdapat 13 titik yang berada di luar batas kendali, yaitu 6 titik berada di atas batas UCL dan 7 titik berada di bawah batas LCL. Sedangkan untuk bulan November 2021 terdapat 14 titik yang berada di luar batas kendali, yaitu 5 titik berada di atas batas UCL dan 9 titik berada di bawah batas LCL. Selain itu, terdapat 10 titik yang berada di luar batas kendali untuk bulan Desember 2021, yaitu 4 titik berada di atas batas UCL dan 6 titik berada di bawah batas LCL. Penyebab titik-titik yang berada di luar batas kendali UCL dan LCL adalah karena faktor kualitas proses produksi kertas dan kualitas kertas tidak terkontrol dengan baik sehingga menyebabkan sheet break dan menghasilkan *broke*. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian terhadap kualitas proses produksi dan kualitas kertas agar tidak terjadinya *sheet break*.

### 3.2 Diagram Pareto

Analisis Diagram *Pareto* dilakukan untuk menentukan penyebab utama (penyebab dominan) masalah *sheet break* yang terjadi pada bulan Oktober 2021 hingga bulan Desember 2021 dan sebagai fokus perbaikan pada penelitian ini. Penyebab dominan (penyebab utama) tersebut adalah *reason* yang mencapai persentase kumulatif sebesar 20%.

Tabel 4. Pengolahan data untuk analisis Diagram *Pareto*

No	Jenis Reason	Total	Persentase dari Total (%)	Persentase dari Kumulatif (%)
1	<i>Tear Paper</i>	196	53%	53%
2	<i>Holes Paper</i>	130	34%	87%
3	<i>Broke Drop</i>	22	6%	93%
4	<i>Wrinkle</i>	15	4%	97%
5	<i>Dirty</i>	3	1%	98%
6	<i>Paper Rolled In Cylinder Dryer</i>	2	1%	99%
7	<i>Kertas Menumpuk atau Stacked Paper at dryer</i>	2	1%	99%
8	<i>Paper Jammed in cylinder dryer</i>	1	0%	99%
9	<i>Difficult Threading at dryer</i>	1	0%	100%
10	<i>Join Spools</i>	1	0%	100%



Gambar 4. Diagram *pareto* penyebab *sheet break*

Berdasarkan diagram *pareto* dapat diketahui bahwa yang menjadi penyebab utama (*reason* dominan) masalah *sheet break* yaitu *tear paper* dengan persentase kumulatif sebesar 53% dan *holes paper* dengan persentase kumulatif sebesar 35%. *Tear Paper* merupakan suatu kondisi dimana lembaran kertas terdapat sobekan dibagian *front side* maupun *back side*. *Holes paper* merupakan suatu

kondisi dimana lembaran kertas terdapat lubang yang terjadi secara berulang pada posisi yang sama.

### 3.3 Diagram Fishbone

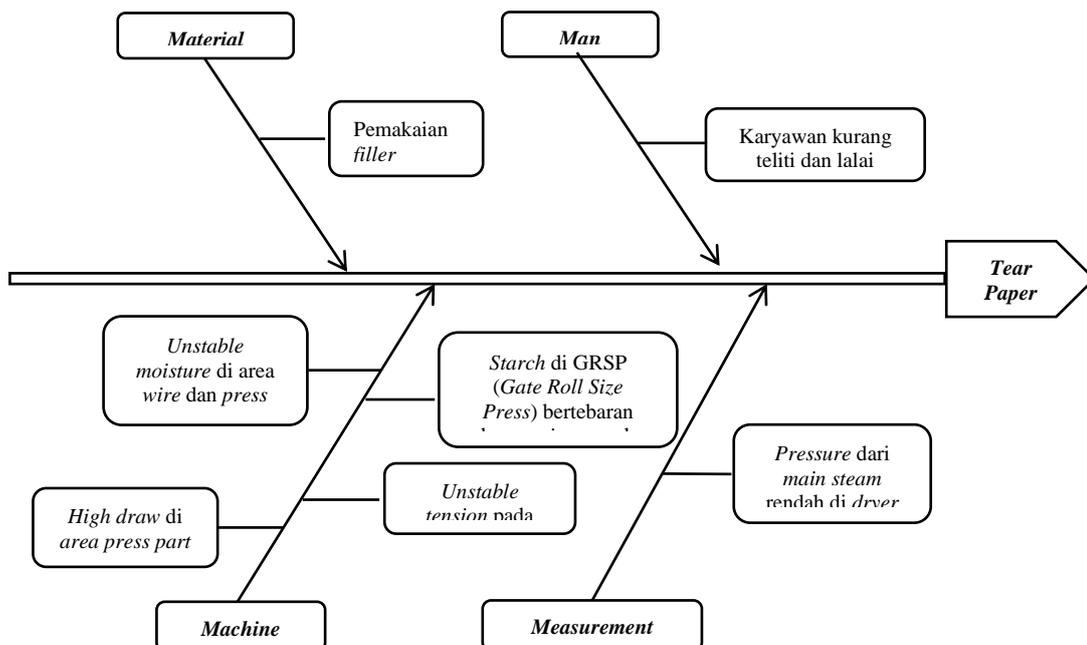
Diagram *Fishbone* adalah alat untuk mengidentifikasi dan menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat agar dapat menemukan akar penyebab dari suatu permasalahan (Putra et al., 2020). Melalui diagram *fishbone* dijelaskan bahwa penyebab *tear paper* dan *holes paper* disebabkan karena

faktor manusia, mesin, *material*, pengukuran, dan lingkungan. Faktor - faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1. Faktor manusia merupakan salah satu faktor penyebab dalam suatu kegagalan proses produksi. Faktor manusia dalam hal ini adalah operator atau tenaga kerja operasional yang berkontribusi untuk kegiatan produksi.
2. Faktor mesin merupakan salah satu faktor penyebab dalam suatu kegagalan proses produksi dikarenakan mesin adalah alat untuk melakukan kegiatan produksi.
3. Faktor material merupakan salah satu faktor penyebab dalam suatu kegagalan proses produksi dikarenakan bahan baku adalah bahan utama yang akan digunakan untuk membuat produk.
4. Faktor pengukuran merupakan salah satu faktor penyebab dalam suatu kegagalan proses produksi dimana terjadinya kesalahan pengukuran pada kegiatan proses produksi.
5. Faktor lingkungan merupakan salah satu faktor penyebab dalam suatu kegagalan proses produksi dimana area disekitar mesin kertas atau area produksi kotor.

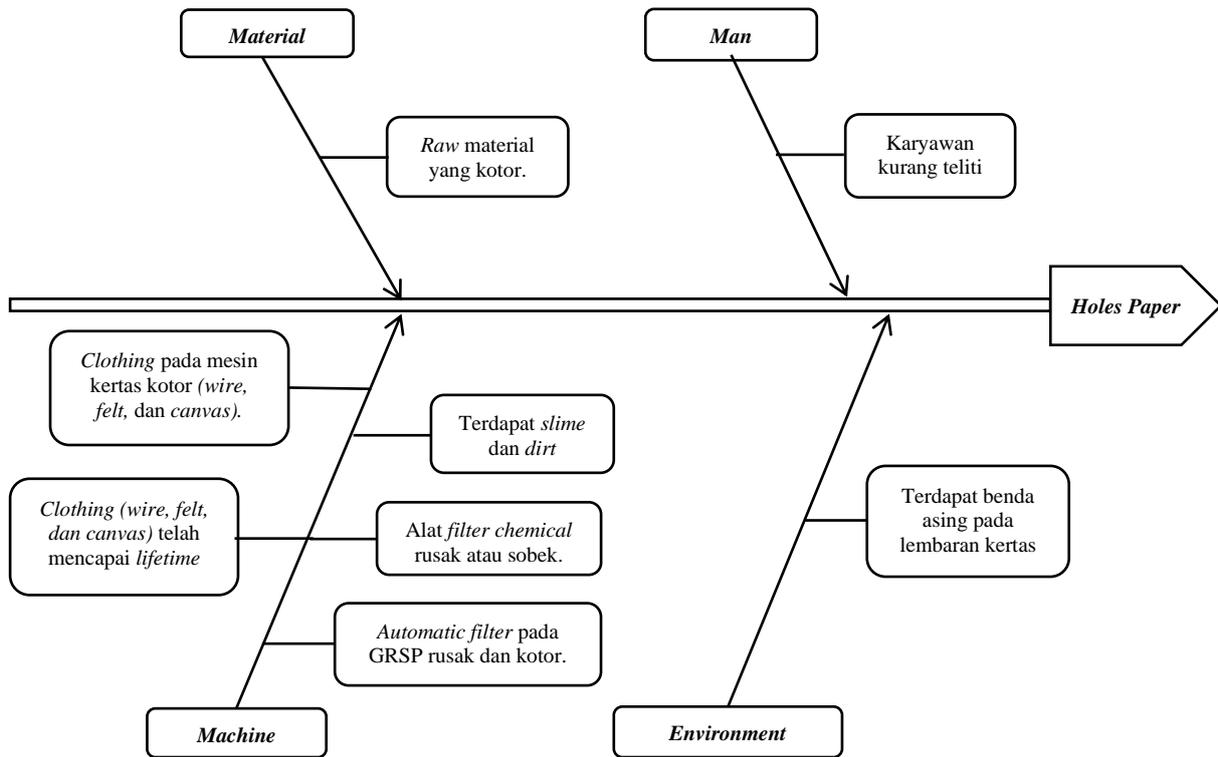
Diagram *fishbone* untuk masing-masing penyebab dominan yang menyebabkan masalah *sheet break* ditunjukkan dalam gambar berikut ini:

#### a) *Tear paper*



Gambar 5. Diagram *fishbone* *tear paper*

b) *Holes paper*



Gambar 6. Diagram *fishbone holes paper*

3.4 Analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Berdasarkan diagram *fishbone* didapatkan 7 *cause of failure mode* atau penyebab terjadinya *tear paper* dan *holes paper*. Kemudian dilakukan analisis FMEA (*Failure Mode and Effect analysis*) yang digunakan untuk memberikan jumlah nilai pada keparahan (*Severity*), kejadian (*Occurrence*), dan deteksi (*Detection*) untuk setiap penyebab mode kegagalan (*cause of failure mode*). Angka pembobotan ditentukan dengan cara kuesioner dan wawancara dengan 5 narasumber di lokasi dan waktu yang berbeda.

- a) Hasil penilaian tabel FMEA (*Failure Mode and effect Analysis*) pada akar penyebab terjadinya *tear paper* ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 5. Pembobotan Nilai *Severity, Occurrence, Detection* untuk *Tear paper*

<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure Mode</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Tear Paper</i>	<i>Sheet Break</i>	Pemakaian <i>filler</i> .	8	8	5	320
		<i>Starch</i> di GRSP <i>splashing</i> atau bertebaran	5	2	2	20
		Terdapat akumulasi debu di dekat <i>doctor blade</i>	2	2	4	16
		<i>Unstable tension</i> pada <i>clothing (wire, felt, dan canvas)</i>	4	2	2	16
		<i>Unstable moisture</i> di area <i>dryer</i> akibat <i>pressure</i> dari <i>main steam</i> rendah	3	1	1	3
		<i>Unstable moisture</i> di area <i>wire</i> dan <i>press part</i> .	4	1	6	24
		<i>High draw</i> di area <i>press part</i>	8	8	2	128
		TOTAL RPN				
RPN KRITIS					75	

Berdasarkan Tabel 5 diatas dapat diketahui bahwa ada 2 jenis *cause of failure mode* dengan nilai RPN di atas nilai kritis yaitu di atas 75. *Cause of failure mode* tersebut adalah:

1. Pemakaian *filler*, nilai RPN 320.
  2. *High draw* di area *press part*, nilai RPN 128
- b) Hasil penilaian tabel FMEA (*Failure Mode and effect Analysis*) pada akar penyebab terjadinya *holes paper* ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 6. Pembobotan Nilai *Severity, Occurrence, Detection* untuk *Holes paper*

<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure Mode</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Holes Paper</i>	<i>Sheet Break</i>	Terdapat benda asing pada lembaran kertas, contohnya serangga.	3	1	3	9
		Banyaknya kotoran yang menempel di area <i>Clothing (wire, felt, dan canvas)</i> .	8	5	7	280
		<i>Clothing worn out</i> atau telah mencapai <i>lifetime (wire, felt, dan canvas)</i> .	4	1	1	4
		Alat <i>filter chemical</i> rusak atau sobek.	5	4	2	40
		Terdapat <i>slime</i> dan <i>dirt</i> di <i>paper machine</i> .	7	3	3	63
		<i>Automatic filter</i> pada GRSP rusak dan kotor.	3	1	3	9
		<i>Raw material</i> yang kotor.	3	2	5	30
TOTAL RPN						435
RPN KRITIS						62

Berdasarkan Tabel 6 diatas dapat diketahui bahwa ada dua jenis *cause of failure mode* dengan nilai RPN di atas nilai kritis yaitu di atas 62. *Cause of failure mode* tersebut adalah:

1. Banyaknya kotoran yang menempel di area *Clothing (wire, felt, dan canvas)*, nilai RPN 280.
2. Terdapat *slime* dan *dirt* di *paper machine*, nilai RPN 63.

### 3.5 Usulan perbaikan

Perbaikan dilakukan pada cause of failure mode dengan nilai RPN  $\geq 75$  untuk *tear paper* dan nilai RPN  $\geq 62$  untuk *holes paper*.

Tabel 7. Usulan Perbaikan *Tear paper*

<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Of Failure Mode</i>	RPN	Usulan Perbaikan
<i>Tear Paper</i>	Pemakaian <i>filler</i> .	320	Mengatur <i>broke proporsioning</i> dengan tepat untuk mengetahui nilai <i>ash content</i> dari <i>broke</i> tersebut sebelum dipakai sebagai bahan baku dikarenakan dapat mempengaruhi pemakaian <i>filler</i> .
	<i>High draw di area press part</i> .	128	Mengubah desain <i>felt</i> dengan vendor sehingga dapat memaksimalkan kinerja <i>felt</i> dalam mengeluarkan air agar lembaran kertas lebih kering pada saat keluar dari <i>press part</i> .

Tabel 8. Usulan Perbaikan *Holes paper*

<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Of Failure Mode</i>	RPN	Usulan Perbaikan
<i>Holes paper</i>	Banyaknya kotoran yang menempel di area <i>Clothing</i> ( <i>wire, felt, dan canvas</i> ).	280	Meningkatkan retensi <i>stock</i> dengan cara memaksimalkan bahan retensi untuk mengurangi <i>fiber loss</i> sehingga tidak menempel di <i>Clothing</i> ( <i>wire, felt, dan canvas</i> ), memakai <i>vacuum</i> untuk <i>flushing</i> pipa <i>high pressure shower</i> yang menyumbat pada <i>nozzle shower</i> di <i>wire</i> , dan Perawatan <i>felt</i> dapat dilakukan dengan menggunakan air bertekanan tinggi untuk mengontrol <i>felt</i> tetap bersih. Memberikan penilaian kerja dan punishment agar karyawan termotivasi menjalankan SOP yang sudah ada yaitu:
	Terdapat <i>slime</i> dan <i>dirt</i> di <i>paper machine</i> .	63	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengecekan di area <i>approach flow system</i> (<i>stuff box, silo, fan pump, cleaner, deaerator, screen, dan headbox</i>) secara rutin.</li> <li>Melakukan pembersihan di area <i>chemical line</i> secara rutin.</li> <li>Melakukan pengecekan dan pembersihan secara rutin di area <i>save all system</i>.</li> <li>Melakukan pengecekan secara rutin pada <i>doctor blade</i> sebelum <i>doctor blade</i> aus.</li> </ol>

Setiap usulan perbaikan yang prioritas dijabarkan lebih lanjut menggunakan metode 5W+1H. Penggunaan metode 5W+1H digunakan untuk mendapatkan solusi perbaikan yang lebih detail dan spesifik. Informasi tentang 5W+1H dikumpulkan berdasarkan wawancara dengan pihak pabrik.

Tabel 9. Analisis 5W+1H usulan perbaikan terhadap Pemakaian *filler*.

Usulan perbaikan terhadap Pemakaian <i>filler</i> .					
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>

Apa usulan perbaikan?	Kenapa harus dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan dilakukan?	Kapan perbaikan dilakukan?	Siapa yang bertanggung jawab untuk perbaikan?	Bagaimana perbaikan dilakukan?
<p>Mengatur <i>broke proporsioning</i> dengan tepat untuk mengetahui nilai <i>ash content</i> dari <i>broke</i> tersebut sebelum dipakai sebagai bahan baku dikarenakan dapat mempengaruhi pemakaian <i>filler</i>.</p>	<p>Jika pemakaian <i>filler</i> tinggi:                      Dapat meningkatkan <i>ash content</i> dan                      Dapat menyebabkan kekuatan kertas menurun.                      Jika pemakaian <i>filler</i> rendah:                      Dapat menurunkan sifat <i>optik (brightness, dan printability)</i> pada kertas dan                      Dapat meningkatkan penggunaan <i>pulp</i> (serat) sehingga membuat biaya produksi semakin besar karena harga <i>pulp</i> (serat) lebih mahal</p>	<p>Perbaikan dilakukan di area <i>Stock preparation</i>.</p>	<p>Instruksi dapat dilakukan secara langsung dengan melakukan pemeriksaan nilai <i>ash content</i> pada <i>broke</i>.</p>	<p>Dilakukan oleh operator <i>Stock Preparation</i> atas instruksi PIC <i>Stock Preparation</i>.</p>	<p>PIC memberikan intruksi kepada operator untuk melakukan <i>broke proporsioning</i> sehingga dapat mengetahui nilai <i>ash content</i> dari <i>broke</i> tersebut sebelum dipakai sebagai bahan baku. Hal tersebut dilakukan untuk mengatur pemakaian <i>filler</i> sesuai yang dibutuhkan. Kemudian, PIC memberikan intruksi kepada operator jika nilai <i>ash content</i> dari <i>broke</i> tinggi maka pemakaian <i>filler</i> rendah dan sebaliknya.</p>

dari pada  
*filler*.

Tabel 10. Analisis 5W+1H usulan perbaikan terhadap *High draw* di area *press part*.

Usulan perbaikan terhadap *High draw* di area *press part*

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
Apa usulan perbaikan?	Kenapa harus dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan dilakukan?	Kapan perbaikan dilakukan?	Siapa yang bertanggung jawab untuk perbaikan?	Bagaimana perbaikan dilakukan?
Mengubah desain <i>felt</i> dengan vendor sehingga dapat memaksimalkan kinerja <i>felt</i> dalam mengeluarkan air agar lembaran kertas lebih kering pada saat keluar dari <i>press part</i> .	Dapat menyebabkan kertas basah dikarenakan <i>drainage</i> terlalu lambat.	Perbaikan dilakukan di area <i>press part</i> .	Perbaikan secara bertahap dengan melakukan diskusi dengan para vendor.	Dilakukan oleh kepala unit, PIC <i>Wet End</i> , dan vendor.	Kepala unit PPM-X dan PIC <i>Wet End</i> berdiskusi dengan vendor untuk menentukan desain <i>felt</i> yang dapat memaksimalkan kinerja <i>felt</i> dalam mengeluarkan air saat pengepresan.

Tabel 11. Analisis 5W+1H usulan perbaikan terhadap Banyaknya kotoran yang menempel di area *Clothing (wire, felt, dan canvas)*.

Usulan perbaikan terhadap Banyaknya kotoran yang menempel di area *Clothing (wire, felt, dan canvas)*

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
Apa usulan perbaikan?	Kenapa harus dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan dilakukan?	Kapan perbaikan dilakukan?	Siapa yang bertanggung jawab untuk perbaikan?	Bagaimana perbaikan dilakukan?
Meningkatkan retensi <i>stock</i> dengan cara memaksimalkan bahan kimia retensi untuk	Dapat menyebabkan timbulnya <i>hole</i> dan <i>tear</i>	Pemeriksaan dan pembersihan dilakukan di area <i>forming</i>	Jadwal pemeriksaan dan pembersihan dapat	PIC dan Operator bagian <i>Wet End</i> .	PIC mengintruksikan operator untuk memaksimalkan penggunaan

---

<p>mengurangi <i>fiber loss</i> sehingga tidak menempel di <i>clothing (wire, felt, dan canvas)</i>, memakai <i>vacuum</i> untuk <i>flushing</i> pipa <i>high pressure shower</i> yang menyumbat pada <i>nozzle shower</i> di <i>wire</i>, dan Perawatan <i>felt</i> dapat dilakukan dengan menggunakan air bertekanan tinggi untuk mengontrol <i>felt</i> tetap bersih..</p>	<p><i>section, press part, dan dryer.</i></p>	<p>dibuat secepatnya</p>	<p>bahan kimia retensi untuk mengurangi <i>fiber loss</i> sehingga tidak menempel di <i>clothing (wire, felt, dan canvas)</i>. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir timbulnya holes. Selanjutnya PIC membuatkan jadwal pembersihan terhadap pipa <i>high pressure shower</i> dengan menggunakan <i>vacuum</i>. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir terjadinya penyumbatan pada <i>nozzle shower</i> di area <i>wire</i>. Kemudian lakukan Perawatan <i>felt</i> dengan menggunakan air bertekanan tinggi untuk mengontrol <i>felt</i> tetap bersih.</p>
---	---	--------------------------	--

---

Tabel 12. Analisis 5W+1H usulan perbaikan untuk *slime* dan *dirt* di *paper machine*.

Usulan perbaikan terhadap *slime* dan *dirt* di *paper machine*.

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
Apa usulan perbaikan?	Kenapa harus dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan dilakukan?	Kapan perbaikan dilakukan?	Siapa yang bertanggung jawab untuk perbaikan?	Bagaimana perbaikan dilakukan?
<p>Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> agar karyawan termotivasi menjalankan SOP yang sudah ada yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengecekan di area <i>approach flow system (stuff box, silo, fan pump, cleaner, deaerator, screen, dan headbox)</i> secara rutin.</li> <li>Melakukan pembersihan di area <i>chemical line</i> secara rutin.</li> <li>Melakukan pengecekan dan pembersihan secara rutin di area <i>save all system</i>.</li> </ol>	<p>Operator kurang menjalankan SOP</p> <p>Untuk mencegah timbulnya <i>slime</i> dan <i>dirt</i> (kotoran) di <i>paper machine</i></p>	<p>Di area <i>approach flow system, save all system, chemical line, dan Paper machine</i></p>	<p>Pemberian <i>reward</i> dan <i>punishment</i> dapat didiskusikan secepatnya oleh pihak manajemen</p>	<p>Pihak manajemen dengan operator bagian <i>Wet End</i> dan <i>Dry End</i></p>	<p>Pihak manajemen menyiapkan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> untuk meningkatkan semangat dan motivasi kerja operator, agar operator bagian <i>dry end</i> dapat termotivasi menjalankan SOP yang sudah ada yaitu melakukan pengecekan di area <i>approach flow system (stuff box, silo, fan pump, cleaner, deaerator, screen, dan headbox)</i> secara rutin. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah timbulnya <i>slime</i>. Selanjutnya menjalankan SOP untuk mencegah <i>dirt</i> (kotoran) yaitu melakukan pembersihan di <i>chemical line</i> secara rutin, melakukan pembersihan di area <i>save all system</i> secara rutin dan melakukan pengecekan secara rutin pada <i>doctor blade</i> sebelum <i>doctor blade</i> aus.</p>

- 
4. Melakukan pengecekan secara rutin pada *doctor blade* sebelum *doctor blade* aus.
- 

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan diagram pareto diketahui penyebab dominan yang menyebabkan masalah *sheet break* yaitu *tear paper* dengan persentase kumulatif sebesar 53% dan *holes paper* dengan persentase kumulatif sebesar 35%. Hasil analisis dengan menggunakan *diagram fishbone*, diketahui bahwa masalah pada *tear paper* disebabkan oleh faktor manusia, material, mesin, dan pengukuran. Sedangkan *holes paper* disebabkan oleh faktor manusia, material, mesin, dan lingkungan. Faktor penyebab *tear paper* yaitu adanya operator yang kurang berkonsentrasi, pemakaian *filler*, *high draw* di *area press part*, *unstable moisture* di *area dryer*, *unstable tension (wire, felt, dan canvas)*, terdapat akumulasi debu di dekat *doctor blade*, *starch* yang bertebaran di mesin GRSP, *unstable moisture* di *area wire* dan *press part*. Terkait masalah *holes paper* disebabkan oleh kurangnya konsentrasi, alat *filter chemical* yang rusak, *automatic filter* pada GRSP yang kotor, *raw material* kotor, *Clothing (wire, felt, dan canvas)* pada mesin kertas kotor dan telah mencapai *lifetime* serta terdapat *slime* dan *dirt*. Adapun usulan prioritas perbaikan untuk *tear paper* dan *holes paper* sebagai berikut:

- Pemakaian *filler* yaitu Mengatur *broke proporsioning* dengan tepat untuk mengetahui nilai *ash content* dari *broke* tersebut sebelum dipakai sebagai bahan baku dikarenakan dapat mempengaruhi pemakaian *filler*.
- *High draw* di *area press part* yaitu mengubah desain *felt* dengan vendor, sehingga dapat memaksimalkan kinerja *felt* dalam mengeluarkan air agar lembaran kertas lebih kering pada saat keluar dari *press part*.
- Banyaknya kotoran yang menempel di area *Clothing (wire, felt, dan canvas)* yaitu meningkatkan retensi stock dengan cara memaksimalkan bahan retensi untuk mengurangi *fiber loss* sehingga tidak menempel di *Clothing (wire, felt, dan canvas)*, memakai *vacuum* untuk *flushing* pipa *high pressure shower* yang menyumbat pada *nozzle shower* di *wire*, dan Perawatan *felt* dapat dilakukan dengan menggunakan air bertekanan tinggi untuk mengonrol *felt* tetap bersih.
- Terdapat *slime* dan *dirt* di *paper machine* yaitu membuat jadwal pengecekan dan pembersihan di *area approach flow system*, membuat jadwal pembersihan di *chemical line*, membuat jadwal pembersihan secara rutin di *area save all*, membuat jadwal pengecekan dan pergantian pada *doctor blade* sebelum *doctor blade* aus.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Dosen Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi Sains Bandung yang telah banyak memberikan masukan dan pandangan dalam penyelesaian penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Agustina, D. K. (2017). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Pengemasan Yoghurt Dengan Metode Six Sigma Dan Fuzzy FMEA (FAILURE MODES AND EFFECT ANALYSIS) (Vol. 110265).
- Amalia, R., & Kumoro, A. C. (2016). Analisis Sifat Fisikokimia dan Uji Korelasi Regresi Antara Nilai Derajat Substitusi dengan Swelling Power dan Solubility pada Tepung Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) Terasetilasi. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 1(1), 17-26.
- Ardita, fika aras, & Sukardi. (2012). Lean six sigma analysis of paper defect reduction in paper industry with lean six sigma approach. 1(1), 38-44.
- Azwir, H. H., Wicaksono, A. I., & Oemar, H. (2020). Manajemen Perawatan Menggunakan Metode RCM di Mesin Produksi Kertas. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 19(1), 12. <https://doi.org/10.25077/josi.v19.n1.p12-21.2020>
- Devani, V., & Wahyuni, F. (2017). Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 87.
- Erwin. (2017). Konsep Perancangan Kualitas Sistem Transmisi Conveyor, *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2(2), 81-132.
- Erwin, & Asbanu, H. (2021). Corporate Sustainability Improvement Strategy in Manufacturing Industry with The Use of Controls in Environmental Pollution , Quality , and Occupational Health and Safety, *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 5(4), 146-153.
- exsight. 2021. "penjelasan dan langkah mudah uji korelasi spearman rho di rstudio", <https://exsight.id/blog/2021/04/27/penjelasan-dan-langkah-mudah-uji-korelasi-spearman-rho-di-r-studio/>. Diakses pada 20 maret 2022.
- Ghivaris, G. Al, Soemadi, K., & Desrianty, A. (2015). Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Rudder Tiller Di PT . Pindad Bandung Menggunakan FMEA dan FTA. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(4), 73-84.
- Holik, H. (2006). *Handbook of Paper and Board*; Wiley-VCH GmbH7Co. KGaA, Weinheim.
- Imtiaz, S. A., Shah, S. L., Patwardhan, R., Palizban, H., & Ruppenstein, J. (2006). Development of online monitoring scheme for prediction and diagnosis of sheet-break in a pulp and paper mill. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 6, Issue PART 1). IFAC.
- Kartika, H. (2013). Analisis Pengendalian Kualitas Produk CPE Film Dengan Metode Statistical Process Control Pada Pt . MSI. *Ilmiah Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta*, 1(1), 50-58.
- Kemenperin. 2017. "RI Produsen Kertas Nomor 6 Terbesar Dunia", <https://kemenperin.go.id/artikel/16596/>. Dikases pada 10 desember 2021.
- Nata, I. F., Niawati, H., & Muizliana, C. (2013). Pemanfaatan Serat Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan KERTAS: Isolasi Dan Karakterisasi. *Konversi*, 2(2), 9.
- Pengadaan. 2021. " Memahami SPC (Statistical Processing Control) dan Manfaatnya", <https://www.pengadaanbarang.co.id/2021/02/spc-adalah.html>, Diakses pada 10
- Analisis Downtime Paper ... (Erwin, dkk), halaman*

desember 2021.

- Putra, E. M., Wirawati, S. M., & Gautama, P. (2020). Analisa defect produk sheet area corrugator 301 menggunakan metode SPC dan FMEA di PT Indah Kiat. 12(3), 332-343.
- Rachman, A., Adiarto, H., & Liansari, G. . (2016). Metode, Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Keramik, Failure Mode and Effect Analysis Dan Failure Tree Analysis Di Institusi. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 4(2), 24-35.
- Sanny, B. I., & Dewi, R. K. (2020). Pengaruh Net Interest Margin (NIM) Terhadap Return on Asset (ROA) Pada PT Bank Pembangunan Daerah Jawa Barat Dan Banten Tbk Periode 2013-2017. Jurnal E-Bis (Ekonomi-Bisnis), 4(1), 78-87.
- Santoso, F. A. (2021). Analisa Statistik Pengujian Moisture Basepaper Dan Coatweight Terhadap Curling Grade Coated Back Pada Kertas Non Carbon Required. 6. Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Sari, I. G. A. A. H., & Sudiarta, G. M. (2019). Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kopi Arabika Pada UD . Cipta Lestari Di Desa PUJUNGAN Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana ( Unud ), Bali , Indonesia Kualitas kini telah menjadi pertimbangan utama bagi seorang konsumen dalam memenuhi kebutu. 8(4), 2495-2523.
- Sentosa, E., & Trianti, E. (2017). Jurnal Ilmu Manajemen Oikonomia. 13(2), 62-71.
- Suhaeri. (2017). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Jumbo Roll Dengan Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) Dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Di PT. Indah Kiat Pulp & Paper, Tbk.
- Wulyati, K. (2019). Pengaruh Guar Gum Dan Kationik Starch Dalam Modifikasi Bahan Pengisi Jenis GCC (Ground Calcium Carbonate) Pada Kertas Tulis Cetak. 5-17. Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Yazera, F. (2021). Penggunaan Metode FTA (FAULT TREE ANALYSIS) Dan FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) Untuk Mengidentifikasi Penyebab Defect Dan Menentukan Prioritas Perbaikan Dalam Produksi Tissue Pada Mesin Tipe Steam Hood. Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Yudianto, Y., Parinduri, L., & Harahap, B. (2018). Penerapan Metode Statistical Process Control Dalam Mengendalikan Kualitas Kertas Bobbin (Studi Kasus : PT. Pusaka Prima Mandiri). Buletin Utama Teknik, 14(2), 106-111.
- Zaman, M. B., Santoso, A., Hasanuddin, & Busse, W. (2020). Risk Evaluation of Ferry in the Bali Straits using FMEA Method. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 557(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/557/1/012045>