

Analisis Peningkatan Kualitas Proses Produksi Kertas Dengan Menurunkan Permasalahan *Sheet Break* di *Paper Machine* Menggunakan Metode SPC (*Statistical Process Control*) dan FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*).

Erwin^{1*}, Bima Nurmansyah¹

¹Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

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 besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi terhadap *reason sheet break* dan menentukan usulan perbaikan pada proses produksi dengan menggunakan metode SPC (*Statistical Process Control*) dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Pada penelitian ini juga dilakukan uji normalitas dan uji *Spearman-Correlation* terhadap data jumlah *sheet break* dan data jumlah produksi dari bulan Oktober – Desember 2021. Hasil uji normalitas diketahui bahwa data jumlah *sheet break* terdistribusi normal dan data jumlah produksi tidak terdistribusi normal. Selanjutnya hasil uji *Spearman-Correlation* diketahui bahwa terdapat korelasi rendah dan sangat rendah dengan tingkat signifikansi yang tidak signifikan. 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*, *reason 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* 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: FMEA, *holes paper*, *sheet break*, SPC, *tear paper*

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, it is necessary 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. In this study, normality test and Spearman-Correlation test were also carried out on the data on the number of sheet breaks and data on the amount of production from October - December 2021. The results of the normality test show that the data on the number of sheet breaks are normally distributed and the data on the amount of production are not normally distributed. Furthermore, the results of the Spearman-Correlation test are known that there is a low and very low correlation with an insignificant level of significance. 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 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: FMEA, holes paper, sheet break, SPC, tear paper

¹* Corresponding author: erwin.dosen@gmail.com

1. 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 terletak di kabupaten Riau merupakan perusahaan 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 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	Mechanical	1	1	4
2	Instrumental	4	0	1
3	Process loss	1	0	0
4	Change grade	23	19	16
5	Other operative	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 shutdown		
		Oktober	November	Desember
1	Shutdown	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 *reason* dominan yang menyebabkan *sheet break*, mengidentifikasi faktor terjadinya *reason* dominan yang menyebabkan *sheet break*, dan membuat usulan perbaikan yang diperlukan untuk

meningkatkan kualitas proses produksi kertas dalam menurunkan terjadinya *reason 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 *saverity*, *occurance*, dan *detection* terhadap setiap faktor terjadinya *reason* dominan yang menyebabkan masalah *sheet break*, sehingga dapat menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) dan nilai RPN kritis nya 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 (*occurance*) dan dapat mendeteksi kegagalan (*detection*).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kualitas

Istilah kualitas memiliki banyak definisi dari yang umum hingga lebih strategik. Definisi umum dari kualitas biasanya menggambarkan karakteristik langsung dari suatu produk seperti: performansi, keandalan, mudah dalam penggunaan, estetika, dsb. Namun para perancang teknik mesin yang bersaing pada pasar industri harus memberikan perhatian serius pada definisi strategik, yang menyatakan bahwa: kualitas adalah Segala sesuatu yang diinginkan atau dibutuhkan pelanggan (Erwin, 2017).

2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah hasil dari sistem manajemen kualitas: itu termasuk meningkatkan kualitas produk dan layanan, mempertahankan loyalitas pelanggan, meningkatkan penjualan dan keuntungan, dan memastikan perbaikan terus-menerus (Erwin & Asbanu, 2018). Pengendalian kualitas proses produksi merupakan kegiatan perencanaan dan pengawasan proses produksi dimulai dari bahan mentah belum diolah sama sekali, hingga bahan tersebut berubah menjadi produk jadi yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan. Apabila produk yang diproduksi oleh perusahaan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, maka

produk tersebut masuk ke dalam kelompok produk cacat. Oleh karena itu, sebisa mungkin menghindari kesalahan tersebut agar proses produksi berjalan dengan lebih baik dan tentunya lebih berkualitas (Sari & Sudiarta, 2019).

2.3 Kertas

Menurut (Holik, 2006), kertas adalah lapisan tipis yang berasal dari serat selulosa tanaman dan diperoleh dengan cara mengeluarkan air dari suspensi serat dengan proses penyaringan. Menurut (Nata et al., 2013), kertas terbuat dari bahan baku yang mengandung serat yaitu serat dari bahan kayu (*wood*) dan bahan bukan kayu (*nonwood*). Jadi, kertas merupakan suatu lapisan tipis yang berasal dari serat selulosa bahan kayu (*wood*) atau bahan bukan kayu (*nonwood*) selanjutnya diperoleh dengan cara mengeluarkan air dari suspensi serat dan melalui beberapa proses pembuatan kertas.

2.4 Bahan baku kertas

Dalam pembuatan kertas bahan baku utama yang digunakan adalah *pulp*, *pulp* sendiri terbagi lagi menjadi beberapa jenis yaitu NBKP (*Needle Bleached Kraft Pulp*), LBKP (*Leaf Bleached Kraft Pulp*), dan Broke (*Recycled Pulp*) (Yazera, 2021).

2.5 Bahan Kimia Kertas

Penggunaan bahan kimia pada proses pembuatan kertas dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat kertas dan membantu kelancaran saat proses pembuatan kertas. Bahan kimia yang digunakan pada proses produksi kertas terdiri dari 2 macam yaitu bahan kimia fungsional serta bahan kimia pengendali (Wulyati, 2019).

2.5.1 Bahan Kimia Fungsional

1. *Dry Strength Agent*: Berguna untuk meningkatkan kekuatan kertas dalam kondisi kering, contohnya yaitu *starch*, *gum*, *CMC*, *acrylamide*
2. *Wet Strength Agent*: Berguna untuk meningkatkan kekuatan kertas dalam kondisi basah, contohnya yaitu *Urea Formaldehyde*, *Melamine Formaldehyde*
3. *Surface Sizing Agent*: Berguna untuk memperbaiki sifat permukaan kertas, contohnya yaitu *Starch*, *CMC*, *PVA*
4. *Filler*: Berguna untuk meningkatkan berat dasar dan sifat optic kertas, contohnya yaitu *CaCO₃*, kaolin (*clay*), *titanium dioksida*, *talc*
5. *Dyes*: Berguna untuk memberikan warna pada kertas, contohnya yaitu *Pigmen*, *basic dyes*, *acid dyes*
6. *Optical Brightening Agent*: Berguna untuk meningkatkan kecerahan kertas, contohnya yaitu *OBA ANP* dan *OBA SPB*

2.5.2 Bahan Kimia Pengendali

1. *Retention aid*: Berguna untuk meningkatkan retensi serat, *filler*, dan bahan kimia yang lain, contohnya yaitu *alum*, *PEI polyethylenimine*, *PAM (polyacrylamide)*, *PVA (polyvinylamine)*
2. *Controlling pitch*: Berguna untuk mengatasi masalah pitch, contohnya yaitu *alum*, *dispersan*, *surfaktan*.
3. *Defoamer*: Berguna untuk menghilangkan busa yang terdapat di *stock*, contohnya yaitu *pine oil* dan *paraffin oil*.
4. *Biocide*: Berguna untuk mencegah tumbuhnya bakteri dan pertumbuhan *microorganism* yang dapat menyebabkan masalah pada mesin kertas (*slime*, korosi, *deposit*, dll), dan menyebabkan cacat pada kertas (*spots*, *hole*, *spores*, *dirt*, dll). Contohnya yaitu *organobromides*, *organosulfurs*, *isothiazolinones*, *thiocyanates*, *thiocarbamates*, *metallic*, *chlorinated phenols*, *phenates*.
5. *Drainage aid*: Berguna untuk meningkatkan pembuangan air saat di wire (*dewatering*), contohnya yaitu *alum*, *PEI (polyethylenimine)*, *PAM (polyacrylamide)*, atau *PVA (polyvinylamine)*.

2.6 Proses Pembuatan Kertas

Pada proses pembuatan kertas, *pulp* diolah menjadi bubur kertas dengan berbagai penambahan bahan lainnya sehingga didapatkan *stock* yang menghasilkan kualitas kertas yang ingin dicapai. Oleh karena itu, dengan teknologi yang semakin berkembang dan maju, pada proses pembuatan kertas banyak yang menggunakan mesin berteknologi tinggi. Ada beberapa tahap dalam proses pembuatan kertas, yaitu persiapan bahan baku (*stock preparation*), proses peralihan (*approach flow system*), proses pembuatan lembaran kertas (*paper machine*), dan proses *finishing* (Wulyati, 2019).

2.7 SPC (Statistical Process Control)

Menurut Render & Haizer (2014) yang dikutip oleh (Putra et al., 2020), *Statistical Process Control* merupakan sebuah teknik statistik yang banyak digunakan untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Dengan kata lain, *Statistical Process Control* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk memantau standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan korektif selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi. *Statistical Process Control* adalah kumpulan metode produksi dan konsep manajemen yang dapat digunakan untuk mencapai efisiensi, produktifitas dan kualitas untuk memproduksi produk yang kompetitif.

Pengendalian kualitas secara statistik dengan

menggunakan *statistical process control* (SPC) mempunyai tujuh (7) alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat kontrol kualitas sebagaimana disebutkan juga oleh Heizer dan Render (2005) dikutip oleh (Kartika, 2013), yaitu *check sheet*, *histogram*, *control chart*, diagram *Pareto*, diagram *fishbone*, *Scatter diagram*, dan diagram proses. Dikutip dari (Devani & Wahyuni, 2017) tujuh alat *statistical process control* (SPC) adalah sebagai berikut:

Pengendalian kualitas secara statistik dengan menggunakan *statistical process control* (SPC) mempunyai tujuh (7) alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan kualitas sebagaimana disebutkan juga oleh Heizer dan Render (2005) dikutip oleh (Kartika, 2013), yaitu *check sheet*, *histogram*, *control chart*, diagram *Pareto*, diagram sebab akibat, *Scatter diagram*, dan diagram proses. Dikutip dari (Devani & Wahyuni, 2017) tujuh alat *statistical process control* (SPC) adalah sebagai berikut:

1. *Check sheet*, yaitu alat pengumpulan dan analisis data yang disajikan dalam bentuk tabel dan berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlahnya. Tujuan penggunaan *Check sheet* adalah untuk menyederhanakan proses pengumpulan dan analisis data untuk mengidentifikasi area masalah berdasarkan frekuensi, jenis, atau penyebab dan menentukan apakah perlu perbaikan.
2. *Scatter diagram*, disebut juga dengan peta korelasi adalah grafik yang menampilkan kekuatan hubungan antara dua variabel.
3. Diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*), disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*). Grafik ini menunjukkan faktor utama yang mempengaruhi kualitas dan mempengaruhi masalah yang diselidiki.
4. Diagram *Pareto* adalah bagan batang dan garis yang menunjukkan bagaimana setiap jenis data dibandingkan dengan keseluruhan. Fungsi bagan *Pareto* adalah untuk mengidentifikasi masalah utama peningkatan kualitas dari yang terbesar hingga yang terkecil. Teori *Pareto* adalah teori bahwa sekitar 80% efek disebabkan oleh 20% penyebab.
5. Diagram alir proses (*process flow chart*), alat yang berguna untuk menunjukkan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak dan garis yang saling berhubungan. Diagram sederhana ini merupakan alat yang sangat baik untuk memahami proses atau menjelaskan langkah-langkah sebuah proses.
6. *Histogram*, merupakan alat untuk menentukan variabilitas proses yang disediakan dalam bentuk diagram batang dan menunjukkan tabel data yang diurutkan berdasarkan ukuran..
7. Peta kendali (*control chart*), adalah alat yang

digunakan secara grafis untuk memantau dan mengevaluasi kegiatan atau proses di bawah kendali kualitas secara statistik untuk memecahkan masalah dan mencapai peningkatan kualitas. Peta kendali menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali. Beberapa jenis peta kendali atribut, yaitu: Peta kendali p, yaitu peta kendali untuk bagian-bagian yang gagal produksi. Peta kendali np, yaitu peta kendali untuk bagian-bagian yang tidak sesuai. Peta kendali c, yaitu peta kendali untuk banyaknya penyimpangan. Peta kendali u, yaitu peta kendali untuk banyaknya penyimpangan per unit

2.8 FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*).

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah metode analisis yang digunakan untuk menentukan potensi kegagalan suatu komponen dan dampaknya terhadap kinerja sistem yang didukung oleh komponen tersebut. Tujuan FMEA adalah untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan mode dan mekanisme kegagalan. Menurut (Ghivaris et al., 2015) dikutip oleh (Suhaeri, 2017), nilai RPN (*Risk Priority Number*) atau angka prioritas resiko merupakan produk matematis dari tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (*occurrence*), dan dapat mendeteksi kegagalan (*detection*).

2.9 5W + 1H

Menurut (Kartika, 2013), analisa 5W + 1H adalah suatu teknik analisis yang digunakan untuk memperbaiki setiap akar permasalahan yaitu: *What* (Apa yang diperbaiki?), *Why* (Mengapa Diperbaiki?), *How* (Bagaimana memperbaikinya?), *Where* (Dimana Perbaikannya?), *When* (Kapan Perbaikannya?), *Who* (Siapa yang memperbaikinya?).

3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. A yang berlokasi di provinsi Riau di salah satu *Paper Machine* (PM) Departemen produksi pada tanggal 2 februari sampai 14 april 2022. Dalam rangka pengumpulan informasi yang berguna bagi penelitian, ada tiga jenis data yang diambil yaitu:

- Observasi, berguna untuk mengamati dan mengetahui permasalahan *sheet break* dimana terlibat secara langsung maupun tidak langsung.
- wawancara terstruktur dan tidak terstruktur kepada pihak perusahaan, yaitu untuk mengetahui tentang proses produksi dan produk yang dihasilkan (data primer). Mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti, 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 (data sekunder), sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

- Studi pustaka, guna menunjang penyusunan laporan yang berkaitan dengan apa yang dibahas dalam tugas akhir ini (data sekunder).

Dalam penelitian ini sumber data yang di gunakan penulis adalah sebagai berikut:

- Data primer untuk penelitian ini meliputi data yang sudah diolah dengan menggunakan metode *statistical process control* (SPC), data analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dan data hasil perhitungan yaitu data jumlah *broke sheet break*.
- Data sekunder dalam penelitian ini 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.

Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini yaitu:

- a) Pengumpulan data jumlah produksi dan data *sheet break* diperoleh dari kantor unit *Paper Machine-X* dari bulan oktober - desember 2021.
- b) Kemudian data jumlah *sheet break* dan jumlah produksi dari bulan oktober - desember 2021 dilakukan uji statistik untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak terdistribusi normal dengan menggunakan *normality test* di minitab.
- c) Selanjutnya data jumlah *sheet break* dan jumlah produksi bulan oktober - desember 2021 dilakukan uji statistik dengan menggunakan uji korelasi spearmen untuk mengetahui hubungan antara dua data tersebut.
- d) 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):

1. Rumus persentase kerusakan (p)

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

Keterangan:

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

2. 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

3. 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 = total sampel yang diperiksa

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

Keterangan:

\bar{P} = rata-rata kerusakan produk

n = total sampel yang diperiksa

- e) Selanjutnya data *reason sheet break* yang diperoleh akan diidentifikasi jenis *reason* dominan yang menyebabkan masalah *sheet break* dalam proses produksi kertas dengan menggunakan diagram pareto. Penggunaan Diagram *Pareto* berfungsi untuk mengetahui jenis *reason sheet break* apa yang paling berpengaruh dari keseluruhan yang terjadi.
- f) Setelah diketahui jenis *reason* dominan pada *sheet break*, selanjutnya dikonsultasikan melalui wawancara dengan pihak-pihak terkait untuk mengidentifikasi faktor penyebabnya dengan menggunakan diagram tulang ikan atau *diagram fishbone*.
- g) Dari hasil *diagram fishbone*, kemudian akan menjadi input pada tahap analisis FMEA. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (Yazera, 2021). Beberapa 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 tempat 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*.

- h) Menghitung, mengurutkan, dan menetapkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) kritis dari semua akar-akar penyebab masalah sebagai prioritas untuk dilakukan perbaikan.
- i) Memberikan usulan perbaikan agar permasalahan tersebut dapat di atasi sehingga dapat meminimalisasi jumlah *sheet break*.
- j) Masing-masing usulan perbaikan yang prioritas dijabarkan lebih detail menggunakan metode 5W+1H. Penggunaan metode 5W+1H supaya diperoleh solusi perbaikan yang lebih terarah dan terperinci. Informasi mengenai 5W+1H ini diperoleh berdasarkan wawancara dengan pihak pabrik.

4. Hasil dan Pembahasan.

Data mengenai rincian jumlah *sheet break* dan jumlah produksi kertas pada bulan Oktober - Desember 2021 dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

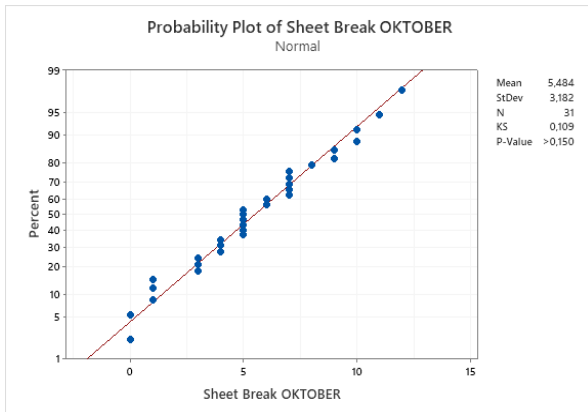
Tabel 4 Pengolahan data untuk Uji Normalitas dan Korelasi Spearman

Tanggal	Jumlah <i>Sheet break</i>			Jumlah Produksi kertas (Ton)		
	Oktober	November	Desember	Oktober	November	Desember
1	1	4	1	312	633	701
2	8	9	2	379	698	768
3	5	4	2	654	743	699
4	6	1	3	674	698	784
5	5	1	3	685	168	737
6	3	2	1	672	682	267
7	9	2	3	674	782	702
8	4	6	1	650	745	712
9	7	4	3	637	521	757
10	5	3	6	599	747	748
11	4	7	6	699	698	741
12	5	2	4	704	711	751
13	7	6	1	694	685	792
14	10	5	4	588	682	773
15	11	9	3	508	650	668
16	7	7	4	632	678	673
17	5	10	0	741	680	715
18	7	4	0	735	669	723
19	6	4	0	626	450	804
20	1	3	0	689	675	723
21	12	5	2	160	649	734
22	5	4	1	595	647	725
23	1	3	2	676	636	766
24	9	1	3	666	652	729
25	3	6	4	640	712	707
26	3	2	5	719	859	627
27	4	0	6	736	684	679
28	0	2	2	696	737	752
29	10	7	3	669	666	758
30	7	1	4	734	771	670
31	0	-	0	674	-	700
Total	170	124	79	19517	20008	22085

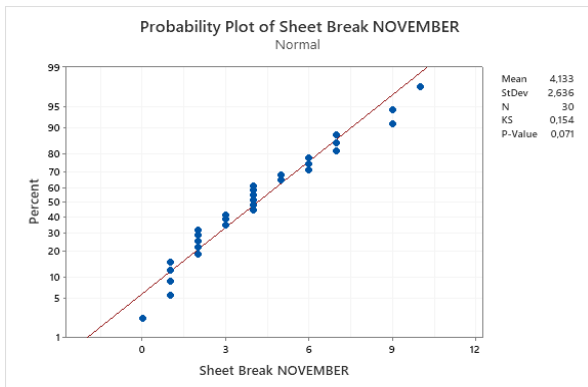
4.1 Uji normalitas

Menurut (Agustina, 2017), Uji normalitas data dilakukan untuk menguji apakah data yang digunakan dalam penelitian sudah terdistribusi secara normal. Data yang terdistribusi normal adalah data yang baik dan dapat digunakan. Kriteria pengujian data ini adalah suatu variabel dikatakan berdistribusi normal jika tingkat signifikansinya lebih besar dari 0,05 dan sebaliknya. Statistik uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dengan aplikasi *minitab* 19.

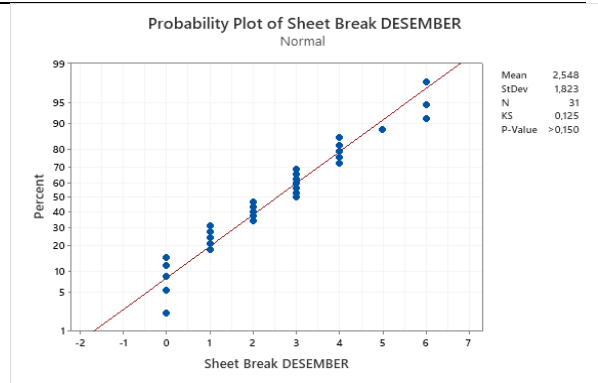
- a) Hasil uji normalitas untuk data jumlah *sheet break* bulan oktober 2021.



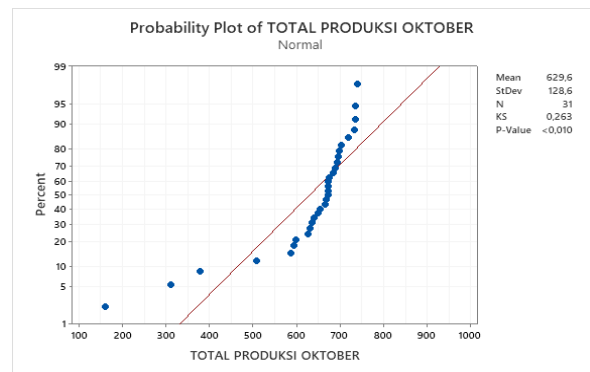
- b) Hasil uji normalitas untuk data jumlah *sheet break* bulan november 2021.



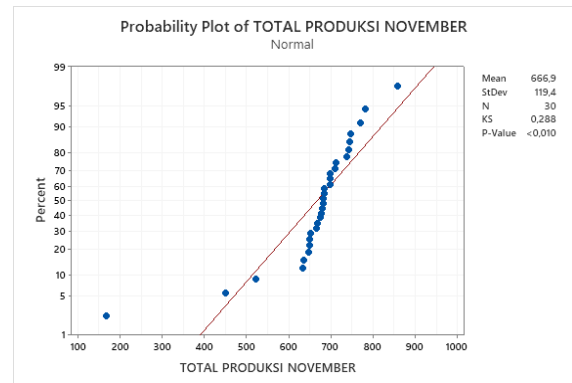
- c) Hasil uji normalitas untuk data jumlah *sheet break* bulan desember 2021.



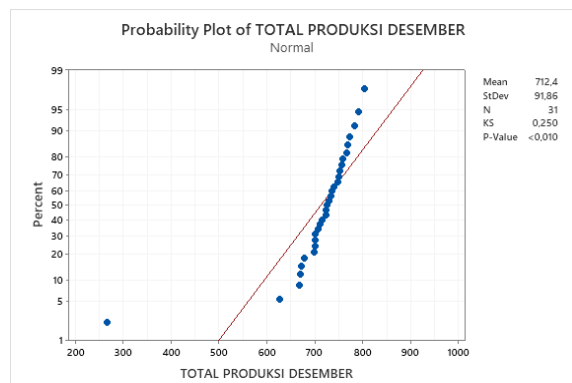
- d) Hasil uji normalitas untuk data jumlah produksi bulan oktober 2021.



- e) Hasil uji normalitas untuk data jumlah produksi bulan november 2021.



- f) Hasil uji normalitas untuk data jumlah produksi bulan desember 2021.



Tabel 5 Hasil uji normalitas data jumlah *sheet break* pada bulan oktober – desember 2021

Bulan	p-value	Hasil uji normalitas
Oktober	0,150	Terdistribusi normal
November	0,071	Terdistribusi normal
Desember	0,150	Terdistribusi normal

Tabel 6 Hasil uji normalitas data jumlah produksi pada bulan oktober – desember 2021

Bulan	p-value	Hasil uji normalitas
Oktober	0,010	Tidak terdistribusi normal
November	0,010	Tidak terdistribusi normal
Desember	0,010	Tidak terdistribusi normal

Data jumlah produksi tidak terdistribusi normal dikarenakan terdapat data yang memiliki nilai ekstrem, baik nilai ekstrem tinggi maupun nilai ekstim rendah dan data tersebut merupakan fakta di lapangan dalam suatu proses.

4.2 Uji Korelasi Spearman

Menurut (Hani, 2014) yang dikutip oleh (Amalia & Kumoro, 2016), analisis korelasi adalah alat statistik yang dapat digunakan untuk mengetahui derajat hubungan linier antara suatu variabel dengan variabel yang lain. Nilai untuk korelasi adalah $-1 \leq r \leq 1$. Semakin tinggi nilai koefisien korelasi (mendekati nilai 1) maka semakin kuat hubungan antara dua variabel tersebut dan sebaliknya.

Tabel 7 Interpretasi Hasil Uji Statistik

Interval Koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber : (Sanny & Dewi, 2020)

Adapun jika nilainya bertanda negatif adanya hubungan yang berlawanan arah, artinya ketika nilai variabel naik maka nilai variabel lainnya akan turun. Jika nilainya bertanda positif adanya hubungan yang searah, artinya ketika nilai variabel naik juga akan diikuti kenaikan variabel lainnya, sebaliknya penurunan nilai suatu variabel diikuti penurunan variabel lainnya. Selanjutnya untuk daerah penolakan uji korelasi diketahui $p\text{-value} < \alpha$ yang berarti hubungan kedua variabel adalah signifikan dan sebaliknya. Korelasi Spearman merupakan metode statistik yang digunakan untuk menguji dugaan tentang adanya hubungan antara variabel apabila datanya tidak terdistribusi normal. Uji korelasi Spearman pada penelitian ini dilakukan untuk melihat

hubungan antara jumlah *sheet break* terhadap jumlah produksi kertas dari bulan oktober 2021 hingga bulan desember 2021 dengan menggunakan software Minitab 19.

- a) Hasil Uji Korelasi Spearman pada bulan oktober 2021.

Pairwise Spearman Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for p	P-Value
TOTAL PRODUKSI OKTOBER	Sheet Break OKTOBER	31	-0,340	(-0,626; 0,026)	0,061

Didapatkan nilai *Spearman-Correlation* sebesar $-0,340$ dan nilai *P-value* sebesar $0,061$. Dengan melihat tabel interpretasi terhadap koefisien korelasi (Tabel 4.4), maka dapat diketahui bahwa korelasi antara jumlah *sheet break* dan jumlah produksi pada bulan Oktober 2021 adalah berkorelasi dengan level Hubungan Rendah. Sedangkan nilai *P-value* lebih besar dari α sama dengan $0,05$ yaitu sebesar $0,061$ maka melebihi daerah penolakan ($P\text{-Value} < \alpha$) yang berarti hubungan kedua variabel adalah tidak signifikan.

- b) Hasil Uji Korelasi Spearman pada bulan november 2021.

Pairwise Spearman Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for p	P-Value
TOTAL PRODUKSI NOVEMBER	Sheet Break NOVEMBER	30	-0,142	(-0,479; 0,232)	0,455

Didapatkan nilai *Spearman-Correlation* sebesar $-0,142$ dan nilai *P-value* sebesar $0,455$. Dengan melihat tabel interpretasi terhadap koefisien korelasi (Tabel 4.4), maka dapat diketahui bahwa korelasi antara jumlah *sheet break* dan jumlah produksi pada bulan November 2021 adalah berkorelasi dengan level Hubungan Sangat Rendah. Sedangkan nilai *P-value* lebih besar dari α sama dengan $0,05$ yaitu sebesar $0,455$ maka melebihi daerah penolakan ($P\text{-Value} < \alpha$) yang berarti hubungan kedua variabel adalah tidak signifikan.

- c) Hasil Uji Korelasi Spearman pada bulan desember 2021.

Pairwise Spearman Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for p	P-Value
TOTAL PRODUKSI DESEMBER	Sheet Break DESEMBER	31	-0,085	(-0,427; 0,279)	0,651

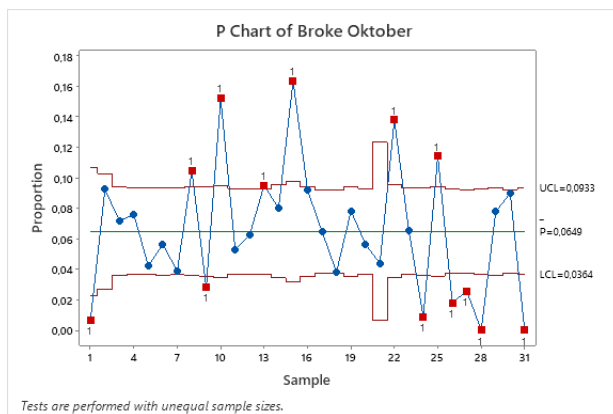
Didapatkan nilai *Spearman-Correlation* sebesar $-0,085$ dan nilai *P-value* sebesar $0,651$. Dengan melihat tabel interpretasi terhadap koefisien korelasi (Tabel 4.4), maka dapat diketahui bahwa korelasi antara jumlah *sheet break* dan jumlah produksi pada bulan Desember 2021 adalah berkorelasi dengan level

Hubungan Sangat Rendah. Sedangkan nilai P -value lebih besar dari α sama dengan 0,05 yaitu sebesar 0,651 maka melebihi daerah penolakan (P -Value < α) yang berarti hubungan kedua variabel adalah tidak signifikan.

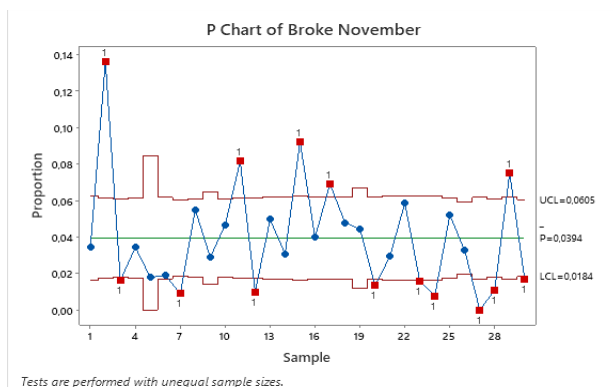
4.3 Peta Kendali p (p -chart)

Menurut (Agustina, 2017), menyatakan bahwa Peta kendali digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah dalam batas yang terkendali yang digunakan sebagai syarat dalam perhitungan kapabilitas proses. Jika tidak ada data yang keluar dari batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) serta plot data tidak menunjukkan adanya penyimpangan, maka data tersebut sudah terkendali. Pada penelitian ini digunakan peta kendali p untuk mengamati proporsi atau perbandingan antara produk yang rusak (*broke sheet break*) dengan jumlah produksi sudah dalam batas kendali atau diluar batas kendali.

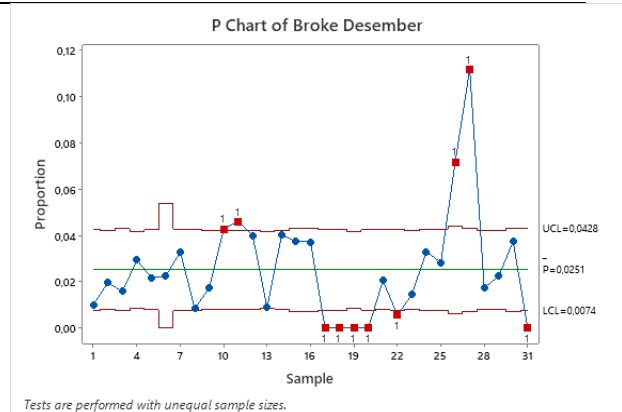
a) p -Chart untuk bulan Oktober 2021



b) p -Chart untuk bulan November 2021



c) p -Chart untuk bulan Desember 2021



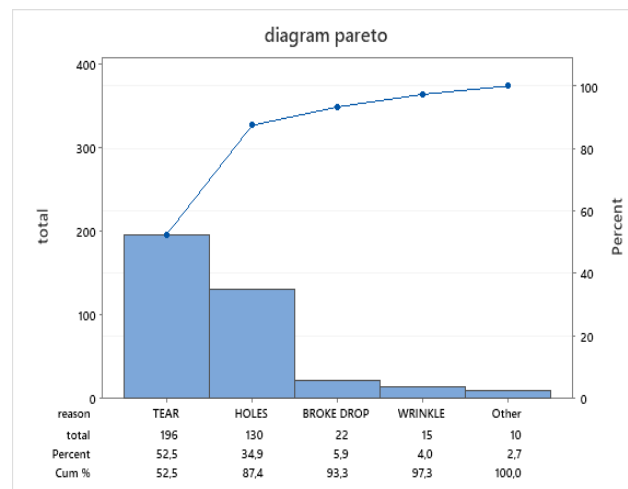
Berdasarkan 3 peta kendali p (p -Chart) yang telah diolah dengan software Minitab 19 menunjukkan bahwa adanya titik-titik yang masih berada di luar batas kendali. Diketahui dari grafik p -Chart bulan Oktober 2021 terdapat 13 titik yang berada di luar batas kendali, yaitu 6 titik berada di atas batas 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. Selanjutnya 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.

4.3 Diagram Pareto

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

Tabel 8 Pengolahan data untuk analisis Diagram *Pareto*

No	Jenis <i>Reason</i>	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	Kertas Menumpuk atau <i>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 1 Diagram pareto jenis *reason 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.

4.5 Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* adalah alat untuk mengidentifikasi dan menunjukkan hubungan

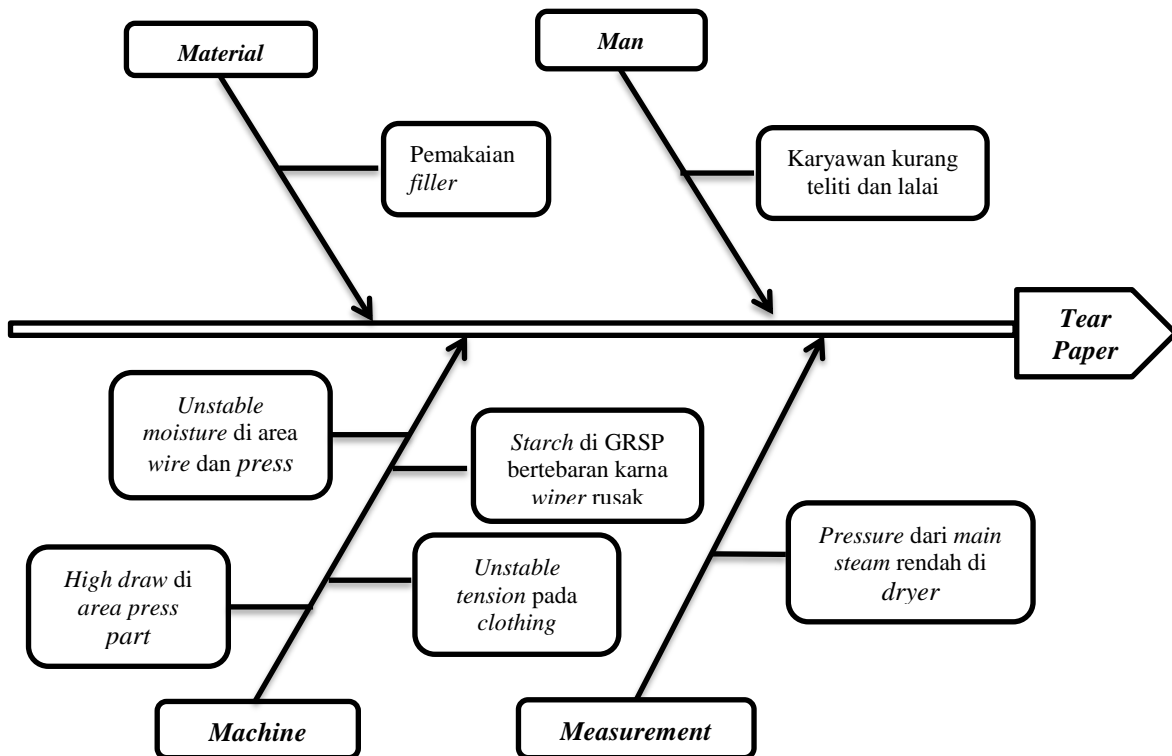
antara sebab dan akibat agar dapat menemukan akar penyebab dari suatu permasalahan (Putra et al., 2020). Melalui diagram *fishbone* dijelaskan bahwa penyebab *tear paper* dan *holes paper* disebabkan karena faktor *man*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment*. Faktor - faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1. Faktor manusia merupakan salah satu faktor penyebab dalam suatu kegagalan proses produksi. Faktor manusia dalam hal ini dicerminkan sebagai 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 yang digunakan 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 suatu 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 disekitar area mesin kertas atau area produksi kotor.

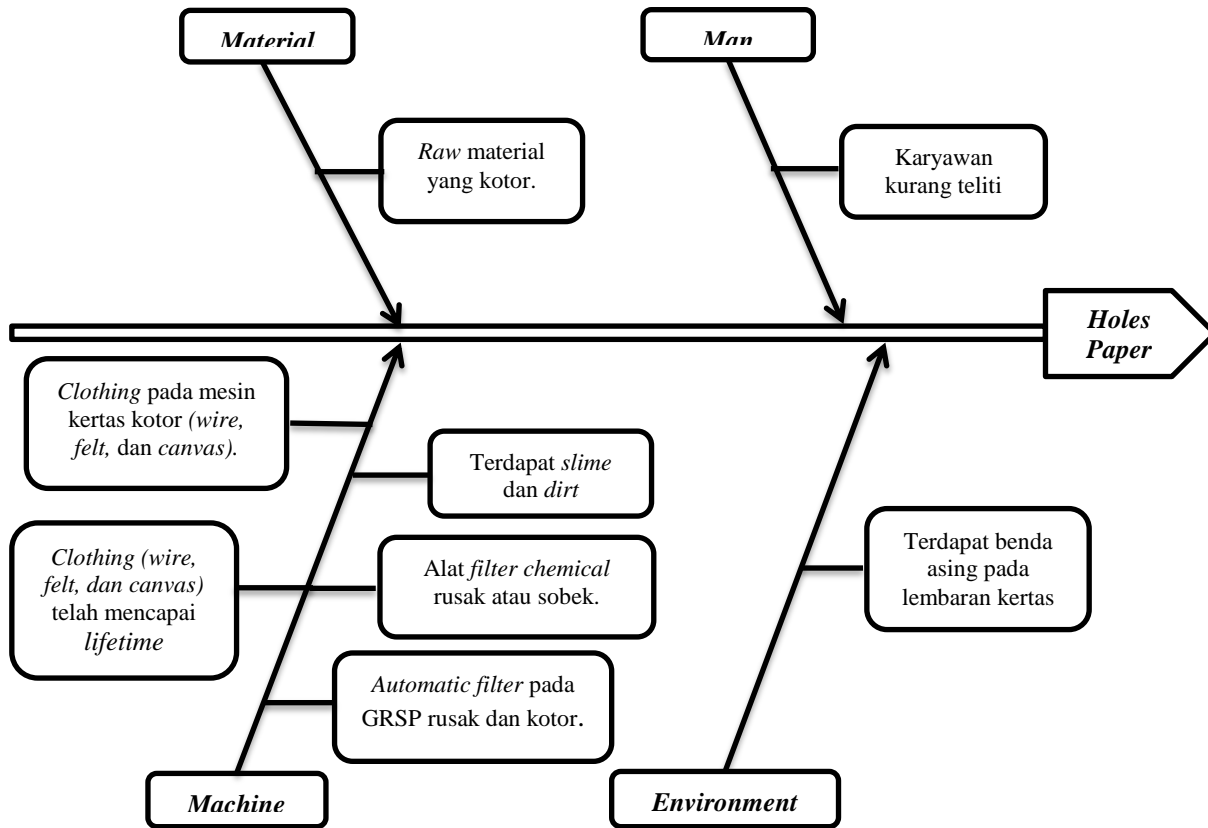
Diagram *fishbone* untuk masing-masing *reason sheet break* dominan ditunjukkan dalam gambar berikut ini:

1. *Tear paper*



Gambar 2 Diagram *fishbone* tear paper

2. *Holes paper*



Gambar 3 Diagram *fishbone holes paper*

4.6 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 tersebut didapat melalui kuesioner dan wawancara dengan 5 orang narasumber pada 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 9 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>Saverity</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	3	1	1	3

		area dryer akibat pressure dari main steam rendah				
		Unstable moisture di area wire dan press part.	4	1	6	24
		High draw di area press part	8	8	2	128
TOTAL RPN						527
RPN KRITIS						75

Berdasarkan Tabel 9, 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 10 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>Saverity</i>	<i>Occurance</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 10, 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.

4.7 Usulan perbaikan

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

Tabel 11 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</i> di <i>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 12 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 (wire, felt, dan canvas)</i> .	280	Meningkatkan retensi stock dengan cara memaksimalkan bahan retensi untuk mengurangi <i>fiber loss</i> sehingga tidak menempel di <i>Clothing (wire, felt, dan canvas)</i> , memakai <i>vacuum</i> untuk <i>flushing pipa high pressure shower</i> yang menyumbat pada <i>nozzle shower</i> di <i>wire</i> , dan Perawatan <i>felt</i> dapat dilakukan dengan air bertekanan tinggi untuk mengontrol <i>felt</i> tetap bersih.
	Terdapat <i>slime</i> dan <i>dirt</i> di <i>paper machine</i> .	63	Memberikan penilaian kerja dan punishment agar karyawan termotivasi menjalankan SOP yang sudah ada yaitu: <ol style="list-style-type: none"> Melakukan pengecekan di area <i>approach flow system (stuff box, silo, fan pump, cleaner, deaerator, screen, dan headbox)</i> secara rutin. Melakukan pembersihan di area <i>chemical line</i> secara rutin. Melakukan pengecekan dan pembersihan secara rutin di area <i>save all system</i>. Melakukan pengecekan secara rutin pada <i>doctor blade</i> sebelum <i>doctor blade</i> aus.

Masing-masing usulan perbaikan yang prioritas dijabarkan lebih detail menggunakan metode 5W+1H. Penggunaan metode 5W+1H supaya diperoleh solusi perbaikan yang lebih terarah dan terperinci. Informasi mengenai 5W+1H ini diperoleh berdasarkan wawancara dengan pihak pabrik.

Tabel 13 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?
Mengatur <i>broke proporsioning</i> dengan tepat untuk mengetahui	Jika pemakaian <i>filler</i> tinggi: Dapat meningkatkan <i>ash content</i> dan Dapat	Perbaikan dilakukan di area <i>Stock preparation</i> .	Instruksi dapat dilakukan secara langsung dengan	Dilakukan oleh operator <i>Stock Preparation</i> atas intruksi PIC <i>Stock</i>	PIC memberikan intruksi kepada operator untuk melakukan <i>broke proporsioning</i> sehingga dapat mengetahui nilai <i>ash content</i> dari <i>broke</i> tersebut

<p>nilai <i>ash content</i> dari <i>broke</i> tersebut sebelum dipakai sebagai bahan baku dikarenakan dapat mempengaruhi pemakaian <i>filler</i>.</p>	<p>menyebabkan kekuatan kertas menurun.</p> <p>Jika pemakaian <i>filler</i> rendah: Dapat menurunkan sifat optik (<i>brightness</i>, dan <i>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 dari pada <i>filler</i>.</p>		<p>melakukan pemeriksaan nilai <i>ash content</i> pada <i>broke</i>.</p>	<p><i>Preparation.</i></p>	<p>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>
---	---	--	--	----------------------------	---

Tabel 14 Analisis 5W+1H usulan perbaikan terhadap *High draw* di *area press part*.

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

Tabel 15 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 <i>area Clothing</i> (<i>wire</i> , <i>felt</i> , dan <i>canvas</i>)					
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
<p>Apa usulan perbaikan?</p>	<p>Kenapa harus dilakukan perbaikan?</p>	<p>Dimana perbaikan dilakukan?</p>	<p>Kapan perbaikan dilakukan?</p>	<p>Siapa yang bertanggung jawab untuk perbaikan?</p>	<p>Bagaimana perbaikan dilakukan?</p>
<p>Meningkatkan retensi <i>stock</i> dengan cara memaksimalkan bahan kimia retensi untuk mengurangi <i>fiber loss</i> sehingga tidak</p>	<p>Dapat menyebabkan timbulnya <i>hole</i> dan <i>tear</i></p>	<p>Pemeriksaan dan pembersihan dilakukan di <i>area forming section</i>, <i>press part</i>, dan <i>dryer</i>.</p>	<p>Jadwal pemeriksaan dan pembersihan dapat dibuat secepatnya</p>	<p>PIC dan Operator bagian Wet End.</p>	<p>PIC mengintruksikan operator untuk memaksimalkan penggunaan bahan kimia retensi untuk mengurangi <i>fiber loss</i> sehingga tidak menempel di <i>clothing</i> (<i>wire</i>, <i>felt</i>, dan <i>canvas</i>). Hal tersebut dilakukan untuk</p>

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 air bertekanan tinggi untuk mengontrol <i>felt</i> tetap bersih.					meminimalisir timbulnya holes. Selanjutnya PIC membuat 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 semburan air bertekanan tinggi untuk mengontrol <i>felt</i> tetap bersih.
---	--	--	--	--	---

Tabel 16 Analisis 5W+1H usulan perbaikan untuk *slime* dan *dirt* di *paper machine*.

Usulan perbaikan terhadap <i>slime</i> dan <i>dirt</i> di <i>paper machine</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?
Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> agar karyawan termotivasi menjalankan SOP yang sudah ada yaitu: 1. Melakukan pengecekan di area <i>approach flow system (stuff box, silo, fan pump, cleaner, deaerator, screen, dan headbox)</i> secara rutin. 2. Melakukan pembersihan di area <i>chemical line</i> secara rutin. 3. Melakukan pengecekan dan pembersihan secara rutin di area <i>save all system</i> .	Operator kurang menjalankan SOP Untuk mencegah timbulnya <i>slime</i> dan <i>dirt</i> (kotoran) di <i>paper machine</i>	Di area <i>approach flow system, save all system, chemical line, dan Paper machine</i>	Pemberian <i>reward</i> dan <i>punishment</i> dapat didiskusikan secepatnya oleh pihak manajemen	Pihak manajemen dengan operator bagian Wet End dan Dry End	Pihak manajemen menyiapkan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> untuk meningkatkan semangat dan motivasi kerja operator, agar operator bagian dry end 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 <i>area 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 <i>doctor blade</i> sebelum <i>doctor blade</i> aus.</p>					
---	--	--	--	--	--

5. Kesimpulan

1. Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan diagram pareto diketahui *reason* dominan yang menyebabkan masalah *sheet break* yaitu *tear paper* dengan persentase kumulatif sebesar 53% dan *holes paper* dengan persentase kumulatif sebesar 35%.
2. Berdasarkan 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*.
3. Adapun usulan prioritas perbaikan untuk *tear paper* dan *holes paper* yaitu:
 4. 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*.
 5. *High draw* di *area press part* yaitu mengubah desain *felt* dengan vendor.
 6. 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 air bertekanan tinggi untuk mengontrol *felt* tetap bersih.

7. 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.

6. Saran

1. Melakukan identifikasi penyebab *sheet break* di masing-masing mesin dan usulan perbaikannya dari *forming section* hingga ke *reel section* untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih mendalam.
2. Melakukan analisis dan perhitungan terhadap keuntungan yang diperoleh jika dapat menurunkan permasalahan *sheet break*.
3. Mengimplementasikan usulan perbaikan yang diajukan ke pabrik sehingga dapat dilakukan perhitungan ulang pada nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.
4. Menggunakan metode-metode pengendalian kualitas lainnya dalam mengidentifikasi akar-akar penyebab *sheet break*.

7. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ketua Program Studi Teknologi Pulp dan Kertas Ibu Ni Njoman Manik Susantini, ST., MT., Sekretaris Program Studi Teknologi Pulp dan Kertas Ibu Nurul Ajeng Susilo, S.Si., MT., dosen pembimbing Bapak Dr. Erwin, S.T., M.T., dan seluruh Pengajar di Program Studi Teknologi Pulp dan Kertas Ibu Rachmawati Apriani, ST., MT., Bapak Dr. Edwin K. Sijabat, ST., MT., dan Bapak Ir. Tri Prijadi Basuki yang telah banyak memberikan masukan dan pandangan dalam penyelesaian penelitian ini.

8. Daftar Pustaka

Agustina, D. K. (2017). *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PENGEMASAN YOGHURT DENGAN METODE SIX SIGMADANFUZZY 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.
- Candra Aditya Wiguna. Shutdown atau Turn Around, Apa Saja Kegiatannya?. <https://www.candraawiguna.id/2016/12/shutdown-atau-turn-around-apa-saja.html>
- Devani, V., & Wahyuni, F. (2017). Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 87. <https://doi.org/10.23917/jiti.v15i2.1504>
- Erwin. (2017). *KONSEP PERANCANGAN KUALITAS SISTEM TRANSMISI CONVEYOR*. 2(2).
- Erwin, & Asbanu, H. (2018). *Corporate Sustainability Improvement Strategy in Manufacturing Industry with The Use of Controls in Environmental Pollution , Quality , and Occupational Health and Safety*.
- 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. <https://doi.org/10.3182/20060829-4-cn-2909.00139>
- 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. digilib.mercubuana.ac.id
- Kemenperin. RI Produsen Kertas Nomor 6 Terbesar Dunia. <https://www.kemenperin.go.id/artikel/16596/2017,-RI-Produsen-Kertas-Nomor-6-Terbesar-Dunia>
- 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. <https://doi.org/10.20527/k.v2i2.75>
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.37339/e-bis.v4i1.239>
- 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 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. 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 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.