

Penentuan Prioritas Perbaikan pada Mesin Sizing untuk Meningkatkan Kualitas Draft Sizing dengan Menggunakan Metode Grey FMEA

Dora Virma Yolanda Gultom^{1*}, Yunita Primasanti², Agung Widiyanto Fajar Sutrisno³

¹⁻³Universitas Sahid Surakarta, Indonesia

*Korespondensi penulis: doravygultom06@gmail.com

Abstract. Draft Sizing quality is a crucial issue in the sizing department. There were 14,881 total warp breaks woven during the November to December period. This led to low draft sizing quality. This research aims to improve the quality of draft sizing by applying Grey Theory in traditional FMEA. This type of research uses descriptive qualitative research. Data collection techniques using questionnaires, observations and interviews at PT Delta Merlin Dunia Tekstil V. The data processing method in this study uses Grey Theory and FMEA methods. The results of this study indicate that from the sizing process flow there are 7 sizing areas that are potential failures of draft sizing and show that out of 26 priority sequences there are 10 different priorities and 16 the same priority. Determination of improvement priorities is based on the value of the smallest degree of relationship, namely Potential causes PIV is not stable in the size box area with the result of the degree of relationship value of 0.356, Potential causes PIV is not stable in the head stock area with the result of the degree of relationship value of 0.382, Potential Causes Kampas wear in the creel beam stand area with the result of a degree value of 0.477, Potential Causes Gear and Chain wear in the dryer cylinder area with the result of a degree value of 0.453 and Potential Causes The break regulator hole is not symmetrical (pneumatic piston is not aligned) in the creel beam stand area with the result of a degree value of 0.466. This research can recommend the sizing improvement process based on proposed improvements or maintenance schedules on the sizing machine, using Grey Theory in the FMEA method to improve the quality of the sizing draft.

Kata Kunci: FMEA, Grey Theory, Quality Draft, Sizing, Warp Break.

Abstrak. Kualitas Draft Sizing adalah masalah krusial di bagian sizing. Terdapat 14.881 total lusi putus ditenun selama periode November hingga Desember. Hal ini menyebabkan kualitas draft sizing rendah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas draft sizing dengan menerapkan Theory Grey dalam FMEA tradisional. Jenis penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kualitatif. Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner, observasi dan wawancara di PT Delta Merlin Dunia Tekstil V. Metode pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode Grey Theory dan FMEA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari alur proses sizing terdapat 7 area sizing yang menjadi potensi kegagalan draft sizing dan menunjukkan bahwa dari 26 urutan prioritas terdapat 10 prioritas yang berbeda dan 16 prioritas yang sama. Penentuan prioritas perbaikan didasarkan pada nilai derajat hubungan terkecil yaitu Potensial causes PIV tidak stabil pada area size box dengan hasil nilai derajat hubungan sebesar 0,356, Potensial causes PIV tidak stabil pada area head stock dengan hasil nilai derajat hubungan sebesar 0,382, Potensial Causes Kampas aus pada area creel beam stand dengan hasil nilai derajat hubungan sebesar 0,477, Potensial Causes Gear dan Rantai aus pada area dryer cylinder dengan hasil nilai derajat sebesar 0,453 dan Potensial Causes Lubang pengatur break tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar) pada area creel beam stand dengan hasil nilai derajat sebesar 0,466. Penelitian ini dapat merekomendasikan proses perbaikan sizing berdasarkan usulan perbaikan atau jadwal perawatan pada mesin sizing, dengan menggunakan Theory Grey pada metode FMEA untuk meningkatkan kualitas draft sizing

Kata Kunci: FMEA, Grey Theory, Kualitas Draft, Putus Lusi, Sizing.

1. PENDAHULUAN

Industri Tekstil merupakan salah satu produk industri utama yang ada di Indonesia, sehingga Industri Tekstil memegang peranan penting di Indonesia karena mampu menyerap tenaga kerja, berperan dalam pemenuhan kebutuhan sandang, dan menyumbang devisa negara Indonesia (Pradana, 2020). Dalam Industri Tekstil proses pertenunan umumnya dibagi menjadi

tiga tahapan yaitu *Warping*, *Sizing*, dan *Weaving*. Menenun dengan mesin tenun modern sulit dilakukan tanpa adanya proses *sizing* dikarenakan terjadi 5 gerakan pokok pertenunan yaitu penguluran benang lusi, pembukaan mulut lusi, penyisipan benang pakan, pengetekan benang pakan dan penggulangan. Ini adalah menjadi alasan kenapa proses *sizing* merupakan fase penting dalam pertenunan. Proses *sizing* melapisi benang-benang lusi dengan campuran kimia tertentu agar benang-benang tersebut mampu ditenun dengan baik sesuai dengan hasil yang diharapkan.

PT. Delta Merlin Dunia Tekstil V (DMDT V) merupakan salah satu dari sekian banyak perusahaan tekstil produksi kain *greige* yang mengutamakan kualitas produknya. Kualitas *draft sizing* pada proses *sizing* saat ini masih belum optimal. Data menunjukkan bahwa persentase putus lusi ditenun pada bulan November yaitu 5968 lusi putus, bulan Desember yaitu 8456 lusi putus dan pada bulan Januari yaitu 456 lusi putus. Faktor tingginya putus lusi ditenun disebabkan oleh kualitas *draft sizing* tidak standar. Perlu dilakukan pengendalian proses pada mesin *sizing* untuk memastikan sistem dan seluruh komponen berfungsi secara efektif sehingga *draft sizing* yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Salah satu pengendalian kualitas dalam *lean manufacturing tools* untuk mengendalikan proses produksi adalah *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) sebagai teknik untuk menentukan penyebab kegagalan dan menilai dampak serta faktor risiko yang muncul pada suatu produk atau proses. Secara tradisional, setiap mode kegagalan potensial dinilai dengan menghitung *Risk Number Priority* (RPN) dengan mengalikan *Severity* (Keparahan) $\times$ *Occurance* (Terjadi) $\times$ *Detection* (Deteksi). Namun, banyak kritik yang ditujukan pada FMEA karena tidak dapat memberikan bobot yang bervariasi pada faktor risiko S, O, dan D, sehingga bisa jadi kurang tepat untuk keadaan yang sebenarnya. Para ahli telah mengembangkan pendekatan FMEA yang lebih baik untuk mengatasi kekurangannya. Pengembangan tersebut antara lain dengan mengintegrasikan dengan *Fuzzy* model. Salah satu model pengembangan FMEA adalah dengan mengintegrasikan dengan *Grey theory* yang menawarkan solusi perhitungan yang berbeda dalam menentukan prioritas (Tjahjaningsih, 2016).

Oleh karena itu pemilihan *Grey Theory* yang mampu mengatasi kekurangan FMEA tradisional dan mudah dalam penerapannya digunakan dalam penelitian memprioritaskan resiko. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang efektif dan efisien untuk mengurangi persentase produk cacat, meningkatkan kualitas *draft sizing*, dan meminimalkan kerugian finansial. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan daya saing produk kain *greige*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Sizing

Mesin *Sizing* merupakan salah satu komponen penting dalam industri tekstil yang berfungsi untuk kelancaran proses *sizing*. Metode proses penganjian terbagi menjadi 3, yaitu:

- 1) Penganjian dalam bentuk *hank* (*Hank Sizing Method*)
- 2) Penganjian dalam bentuk *cone* (*Cone Sizing Method*)
- 3) Penganjian dengan mesin (*Belt Sizing Method*)

Namun, pada perusahaan DMDT V hanya memiliki proses penganjian dengan mesin (*Belt Sizing Method*). *Belt Sizing* terletak di *stand beam* yang berfungsi untuk mengatur tegangan benang sebelum memasuki proses *sizing*.

Definisi Draft Sizing

Draft sizing merupakan penambahan panjang benang yang terjadi karena adanya perbedaan kecepatan antara rol penghantar dengan rol penarik. Kualitas *draft sizing* sangat penting untuk dijaga dikarenakan pada saat benang hasil proses *sizing* (*beam sized*) ditenun agar memiliki daya mulur sehingga pada saat di tenun tidak mudah putus.

Untuk melihat hasil kualitas *draft sizing* maka diharuskan untuk melakukan pengecekan saat proses *sizing* berjalan. Pengecekan *draft* dilakukan pada saat awal proses, tengah proses dan akhir proses dengan cara mengukur manual menggunakan penggaris. Hasil pengukuran *draft* yang dituliskan kedalam buku mesin *sizing* akan di cek kembali oleh *Quality Control* (QC) untuk memastikan apakah hasil *draft* nya masih sesuai dengan standar atau sebaliknya

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) adalah teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang potensial terjadi pada *system*. FMEA telah banyak digunakan untuk menyelesaikan persoalan prioritas perbaikan (Tjahjaningsih, 2016).

Penentuan prioritas perbaikan pada FMEA tradisional dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing – masing mode kegagalan berdasarkan atas perkalian dari tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) atau disebut dengan nilai RPN.

Grey Theory

Grey Theory pertama kali diusulkan oleh Julong Deng pada tahun 1982, yang berkaitan dengan karakteristik keputusan berupa informasi yang tidak lengkap, dan memeriksa perilaku sistem dengan menggunakan analisa hubungan (*relational analysis*), dan penyusunan model (*model construction*). Keuntungan utama dari penggunaan metode Grey dalam FMEA adalah kemampuan untuk menentukan bobot yang berbeda untuk setiap faktor dan tidak memerlukan fungsi utilitas dari berbagai bentuk.

3. METODE PENELITIAN

Dalam pengumpulan data, penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah Studi Literatur, Observasi Langsung, Wawancara, Pengumpulan Data Historis, Pengukuran dan Pencatatan Data

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Data Putus Lusi

Tabel 1. Data Putus Lusi

Shift	Bulan		
	Nov	Des	Jan
Shift I	1930	2966	160
Shift II	1971	2989	157
Shift III	2067	2501	140
Total Putus Lusi	5968	8456	457

Sumber : PT. DMDT V, 2025

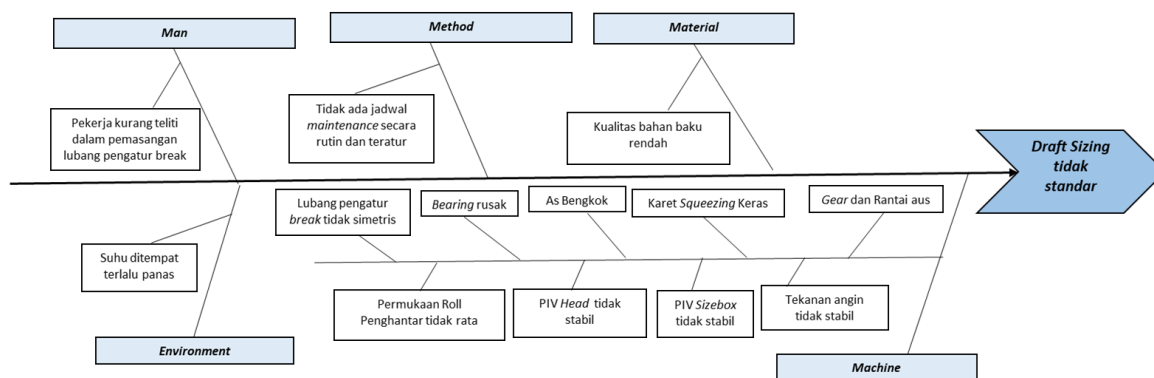
Identifikasi Potensi Kegagalan

Identifikasi potensi kegagalan pada mesin *sizing* merupakan langkah penting dalam meningkatkan kualitas *draft sizing*. Dengan menggunakan metode Grey FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yang dikombinasikan dengan *Fishbone* Diagram, analisis dapat dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan.

Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* dibuat untuk mengidentifikasi faktor-faktor *draft sizing* tidak standar pada mesin *sizing* seperti pada faktor *Break Creel*, *Feeding Roll*, *Dancing Roll*, *Squeezing Roll*, *Immersion Roll*, *PIV*, *Wet Splitting*, *Roll Tension*, *Splitting Rod*, *Winding Tension*, *Dryer* dan

PIV Head. Diagram *Fishbone* dibuat berdasarkan pengecekan dan pengontrolan di mesin *sizing* sehingga diketahui penyebab kegagalannya.



Gambar 1. Diagram *Fishbone*

Berdasarkan diagram *fishbone* diatas masalah yang akan dianalisis adalah *draft sizing* tidak standar. Berikut masing- masing analisis faktor penyebab kegagalan :

1) *Man*

Faktor *man* yang diperlihatkan pada gambar *draft sizing* tidak standar terjadi karenaFak pekerja kurang teliti dalam pemasangan lubang pengatur *break*. Ketika lubang pengatur *break* dipasang tidak simetris maka akan mempengaruhi dari kualitas *draft sizing*

2) *Method*

Faktor *method* yang diperlihatkan pada gambar *draft sizing* tidak standar terjadi karena tidak ada jadwal *maintenance* secara teratur dan rutin.

3) *Material*

Faktor *material* yang diperlihatkan pada gambar *draft sizing* tidak standar terjadi karena kualitas bahan baku yang rendah dan angka putus lusi yang tinggi. Hal ini menyebabkan *draft sizing* tidak standar

4) *Environment*

Faktor *environment* yang diperlihatkan pada gambar *draft sizing* tidak standar terjadi karena suhu yang panas. Hal ini membuat para pekerja merasa kepanasan dan membuat tidak fokus saat bekerja.

5) *Machine*

Faktor *machine* yang diperlihatkan pada gambar *draft sizing* tidak standar dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- *Area Break Creel*, terjadi karena Kampas aus akibatnya pengereman putaran dari *beam warping* menjadi tidak stabil sehingga membuat *draft sizing* menjadi berkurang. Selain itu Lubang pengatur tidak simetris juga menjadi faktor penyebab *draft sizing* tidak standar akibatnya posisi *beam warping* tidak sejajar sehingga membuat *draft sizing* bertambah. Disamping itu, Tekanan angin tidak stabil juga menjadi faktor penyebab *draft sizing* tidak standar dikarenakan tegangan benang yang dihasilkan oleh tekanan angin mempengaruhi *draft sizing*. Ketika tekanan anginnya tinggi maka *draft sizing* akan bertambah dan sebaliknya ketika tekanan anginnya turun maka *draft sizing* akan berkurang. Standar tekanan angin yaitu 0,2 Bar.
- *Area Feeding Roll* dan *Dancing Roll*, terjadi karena As bengkok akibatnya tegangan yang dihasilkan tidak stabil sehingga ini berpengaruh terhadap *draft sizing*. Ketika posisi As berputar keatas maupun kebawah maka *draft* yang dihasilkan pun akan bervariasi yaitu *draft* bisa saja bertambah ataupun berkurang. Kemudian *Bearing* yang rusak juga mempengaruhi *draft sizing* karena *bearing* yang rusak menyebabkan perputaran tidak lancar sehingga *draft* yang dihasilkan akan bertambah. Selain itu Permukaan *feeding roll* dan *dancing roll* yang tidak rata juga menyebabkan *draft sizing* tidak standar karena benang-benang yang melewati *feeding roll* dan *dancing roll* terkena gesekan sehingga *draft* yang dihasilkan bertambah.
- *Area Squeezing Roll*, *Immersion Roll* dan PIV, terjadi karena Karet mengeras akibatnya benang yang melalui *squeezing roll* terkena press sehingga menyebabkan performa benangnya semakin tipis dan hal ini akan membuat *draft sizing* semakin bertambah. Selain itu *Bearing* yang rusak juga mempengaruhi *draft sizing* karena *bearing* yang rusak menyebabkan perputaran tidak lancar sehingga *draft* yang dihasilkan akan bertambah. *Pulley Interchange Velocity* (PIV) yang tidak stabil juga menjadi salah satu faktor penyebab *draft sizing* tidak standar. PIV berfungsi mengatur kecepatan putaran *beam* saat proses penggulungan menjadi lambat atau lebih cepat yang disesuaikan dengan diameter gulungan benang pada *beam*. Ketika PIV tidak stabil maka kecepatan putaran *beam* tidak dapat disesuaikan, hal ini menyebabkan perubahan *draft sizing* bervariasi, bisa bertambah atau sebaliknya bisa juga berkurang.

- *Area Wet Splitting*, terjadi karena As bengkok akibatnya tegangan yang dihasilkan tidak stabil sehingga ini berpengaruh terhadap *draft sizing*. Ketika posisi As berputar keatas maupun kebawah maka *draft* yang dihasilkan pun akan bervariasi yaitu *draft* bisa saja bertambah ataupun berkurang. Kemudian *Bearing* yang rusak juga mempengaruhi *draft sizing* karena *bearing* yang rusak menyebabkan perputaran tidak lancar sehingga *draft* yang dihasilkan akan bertambah. Selain itu Permukaan *Wet Splitting* yang tidak rata menyebabkan *draft sizing* tidak standar karena benang-benang yang melewati *wet splitting* terkena gesekan sehingga *draft* yang dihasilkan bertambah.
- *Area Pre Dryer dan Dryer*, terjadi karena *Gear* dan Rantai aus mengakibatkan perputaran *beam* menjadi lebih berat sehingga menghasilkan *draft sizing* bertambah. Kemudian Air Kondensasi yang terdapat pada *cylinder* juga mempengaruhi *draft sizing* karena perputaran dari *cylinders*nya akan menjadi berat dan ini menyebabkan *draft sizing* bertambah.
- *Area Roll Tension Dry Area dan Splitting Rod*, terjadi karena terjadi karena As bengkok akibatnya tegangan yang dihasilkan tidak stabil sehingga ini berpengaruh terhadap *draft sizing*. Kemudian *Bearing* yang rusak juga mempengaruhi *draft sizing* karena *bearing* yang rusak menyebabkan perputaran tidak lancar sehingga *draft* yang dihasilkan akan bertambah. Selain itu permukaan *Roll Tension* dan *Splitting Rod* yang tidak rata juga menyebabkan *draft sizing* tidak standar karena benang-benang yang melewati *Splitting Tension* dan *Roll Tension* terkena gesekan sehingga *draft* yang dihasilkan bertambah.
- *Area PIV Head dan Winding Tension*, terjadi karena *Pulley Interchange Velocity* (PIV) yang tidak stabil . PIV berfungsi mengatur kecepatan putaran *beam* saat proses penggulungan menjadi lambat atau lebih cepat yang disesuaikan dengan diameter gulungan benang pada *beam*. Ketika PIV tidak stabil maka kecepatan putaran *beam* tidak dapat di sesuaikan, hal ini menyebabkan perubahan *draft sizing* bervariasi, bisa bertambah atau sebaliknya bisa juga berkurang. Kemudian *Bearing* yang rusak juga mempengaruhi *draft sizing* karena *bearing* yang rusak menyebabkan perputaran tidak lancar sehingga *draft* yang dihasilkan akan bertambah.

Dari analisis diagram *fishbone* diatas maka pemilihan untuk faktor penyebab kegagalan paling mayor pada kualitas *draft sizing* yaitu faktor *machine*. Benang-benang yang diproses pada mesin *sizing* dilewatkan melalui *roll* penghantar mulai dari *break creal beam stand* hingga *head stock*. Benang ditarik dari beam warping melalui bak kanji, silinder pengering dan kemudian di gulung pada beam lusi, kecepatan putaran beam akan diatur oleh PIV melalui sistem pneumatik. Alur *proses sizing* yang panjang ini saat mempengaruhi performa dari benang-benang yang diproses sehingga memberikan perubahan tegangan yang berakibat terhadap kualitas *draft sizing*. Hal ini menjadikan alasan utama kenapa faktor mesin menjadi penyebab kegagalan pada *draft sizing*. Disamping itu pula mesin sudah mengalami *life-time* sehingga kondisi mesin *sizing* mengalami penurunan fungsi seperti tombol pada bagian mesin *sizing* sebagian sudah tidak berfungsi . Untuk kegagalan minor seperti *man*, *machine*, *method* dan *environment* tidak menutup kemungkinan untuk memberikan dampak kegagalan pada kualitas *draft sizing*, namun faktanya

Perhitungan Grey Theory

1) Seri perbandingan

Membangun seri perbandingan pada *grey theory* dengan cara memasukkan nilai parameter *Severity*, *Occurance*, *Detection* pada pengisian di tabel 4.2 FMEA

Tabel 2. Seri Perbandingan

<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>
6	6	7
5	6	5
6	6	6
4	6	7
5	6	7
2	6	7
3	6	7
5	6	6
2	5	7
6	6	4
3	6	5
4	7	7
8	9	8
2	6	4
3	6	6
2	6	6
5	7	7
4	6	6
3	3	7
3	4	7
2	3	7
2	4	7
3	5	7
2	6	7
8	7	8
2	6	5

2) Menetapkan seri standar

Untuk hasil penentuan seri standar dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 3. Seri Standar

Nilai terkecil SxOxD		
2	2	2

3) Mencari perbedaan antara seri standar dan seri perbandingan

Rumus yang digunakan untuk mencari perbedaan yaitu:

$$\text{Perbedaan} = \text{Seri perbandingan} - \text{Seri standar}$$

Tabel 4. Perbedaan Seri Standar dan Seri Perbandingan

Δ Severity	Δ Occurance	Δ Detection
$\Delta 01 (1) = 4$	$\Delta 01 (2) = 4$	$\Delta 01 (3) = 5$
$\Delta 02 (1) = 3$	$\Delta 02 (2) = 4$	$\Delta 02 (3) = 3$
$\Delta 03 (1) = 4$	$\Delta 03 (2) = 4$	$\Delta 03 (3) = 4$
$\Delta 04 (1) = 2$	$\Delta 04 (2) = 4$	$\Delta 04 (3) = 5$
$\Delta 05 (1) = 3$	$\Delta 05 (2) = 4$	$\Delta 05 (3) = 5$
$\Delta 06 (1) = 0$	$\Delta 06 (2) = 4$	$\Delta 06 (3) = 5$
$\Delta 07 (1) = 1$	$\Delta 07 (2) = 4$	$\Delta 07 (3) = 5$
$\Delta 08 (1) = 3$	$\Delta 08 (2) = 4$	$\Delta 08 (3) = 4$
$\Delta 09 (1) = 0$	$\Delta 09 (2) = 3$	$\Delta 09 (3) = 5$
$\Delta 10 (1) = 4$	$\Delta 10 (2) = 4$	$\Delta 10 (3) = 2$
$\Delta 11 (1) = 1$	$\Delta 11 (2) = 4$	$\Delta 11 (3) = 3$
$\Delta 12 (1) = 2$	$\Delta 12 (2) = 5$	$\Delta 12 (3) = 5$
$\Delta 13 (1) = 6$	$\Delta 13 (2) = 7$	$\Delta 13 (3) = 6$
$\Delta 14 (1) = 0$	$\Delta 14 (2) = 4$	$\Delta 14 (3) = 2$
$\Delta 15 (1) = 1$	$\Delta 15 (2) = 4$	$\Delta 15 (3) = 4$
$\Delta 16 (1) = 0$	$\Delta 16 (2) = 4$	$\Delta 16 (3) = 4$
$\Delta 17 (1) = 3$	$\Delta 17 (2) = 5$	$\Delta 17 (3) = 5$
$\Delta 18 (1) = 2$	$\Delta 18 (2) = 4$	$\Delta 18 (3) = 4$
$\Delta 19 (1) = 1$	$\Delta 19 (2) = 1$	$\Delta 19 (3) = 5$
$\Delta 20 (1) = 1$	$\Delta 20 (2) = 2$	$\Delta 20 (3) = 5$
$\Delta 21 (1) = 0$	$\Delta 21 (2) = 1$	$\Delta 21 (3) = 5$
$\Delta 22 (1) = 0$	$\Delta 22 (2) = 2$	$\Delta 22 (3) = 5$
$\Delta 23 (1) = 1$	$\Delta 23 (2) = 3$	$\Delta 23 (3) = 5$
$\Delta 24 (1) = 0$	$\Delta 24 (2) = 5$	$\Delta 24 (3) = 5$
$\Delta 25 (1) = 6$	$\Delta 25 (2) = 5$	$\Delta 25 (3) = 6$
$\Delta 26 (1) = 0$	$\Delta 26 (2) = 4$	$\Delta 26 (3) = 3$

Dari Tabel 4 diperoleh :

$$\Delta 0i \text{ min} = 0$$

$$\Delta 0i \text{ max} = 7$$

- Contoh perhitungan kolom *severity*

Diketahui :

Seri perbandingan *severity* : 6

Seri standar *severity* : 2

Ditanya : Perbedaan *severity* atau $\Delta 01 (1)$?

Penyelesaian :

$$\Delta 01 (1) = 6 - 2$$

$$\Delta 01 (1) = 4$$

- Contoh perhitungan kolom *occurance*

Diketahui :

Seri perbandingan *occurance* : 6

Seri standar *occurance* : 2

Ditanya : Perbedaan *occurance* atau $\Delta 01 (2)$?

Penyelesaian :

$$\Delta 01 (2) = 6 - 2$$

$$\Delta 01 (2) = 4$$

- Contoh perhitungan kolom *detection*

Diketahui :

Seri perbandingan *detection* : 7

Seri standar *detection* : 2

Ditanya : Perbedaan *detection* atau $\Delta 01 (3)$?

Penyelesaian :

$$\Delta 01 (3) = 7 - 2$$

$$\Delta 01 (3) = 5$$

4) Menghitung koefisien relasional *grey*

Rumus yang digunakan untuk mencari koefisien relasional *grey* yaitu :

$$\gamma_{oi}(k) = \frac{\Delta oi \min + 0.5 \Delta oi \max}{\Delta oj(k) + 0.5 \Delta oi \max}$$

$$\gamma_{oi}(k) = \frac{\Delta oi \min + \zeta \Delta oi \max}{\Delta oj(k) + \zeta \Delta oi \max}$$

Untuk hasil perhitungan koefisien relasi *grey* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Relasi Grey

Koefisien Relasi Grey Severity	Koefisien Relasi Grey Occurance	Koefisien Relasi Grey Detection
$\gamma_{01} (1) = 0,466$	$\gamma_{01} (2) = 0,466$	$\gamma_{01} (3) = 0,411$
$\gamma_{02} (1) = 0,538$	$\gamma_{02} (2) = 0,466$	$\gamma_{02} (3) = 0,538$
$\gamma_{03} (1) = 0,466$	$\gamma_{03} (2) = 0,466$	$\gamma_{03} (3) = 0,466$
$\gamma_{04} (1) = 0,636$	$\gamma_{04} (2) = 0,466$	$\gamma_{04} (3) = 0,411$
$\gamma_{05} (1) = 0,538$	$\gamma_{05} (2) = 0,466$	$\gamma_{05} (3) = 0,411$
$\gamma_{06} (1) = 1$	$\gamma_{06} (2) = 0,466$	$\gamma_{06} (3) = 0,411$
$\gamma_{07} (1) = 0,777$	$\gamma_{07} (2) = 0,466$	$\gamma_{07} (3) = 0,411$
$\gamma_{08} (1) = 0,538$	$\gamma_{08} (2) = 0,466$	$\gamma_{08} (3) = 0,466$
$\gamma_{09} (1) = 1$	$\gamma_{09} (2) = 0,538$	$\gamma_{09} (3) = 0,411$
$\gamma_{10} (1) = 0,466$	$\gamma_{10} (2) = 0,466$	$\gamma_{10} (3) = 0,636$
$\gamma_{11} (1) = 0,777$	$\gamma_{11} (2) = 0,466$	$\gamma_{11} (3) = 0,538$
$\gamma_{12} (1) = 0,636$	$\gamma_{12} (2) = 0,411$	$\gamma_{12} (3) = 0,411$
$\gamma_{13} (1) = 0,368$	$\gamma_{13} (2) = 0,333$	$\gamma_{13} (3) = 0,368$
$\gamma_{14} (1) = 1$	$\gamma_{14} (2) = 0,466$	$\gamma_{14} (3) = 0,636$
$\gamma_{15} (1) = 0,777$	$\gamma_{15} (2) = 0,466$	$\gamma_{15} (3) = 0,466$
$\gamma_{16} (1) = 1$	$\gamma_{16} (2) = 0,466$	$\gamma_{16} (3) = 0,466$
$\gamma_{17} (1) = 0,538$	$\gamma_{17} (2) = 0,411$	$\gamma_{17} (3) = 0,411$
$\gamma_{18} (1) = 0,636$	$\gamma_{18} (2) = 0,466$	$\gamma_{18} (3) = 0,466$
$\gamma_{19} (1) = 0,777$	$\gamma_{19} (2) = 0,777$	$\gamma_{19} (3) = 0,411$
$\gamma_{20} (1) = 0,636$	$\gamma_{20} (2) = 0,636$	$\gamma_{20} (3) = 0,411$
$\gamma_{21} (1) = 1$	$\gamma_{21} (2) = 0,777$	$\gamma_{21} (3) = 0,411$
$\gamma_{22} (1) = 1$	$\gamma_{22} (2) = 0,636$	$\gamma_{22} (3) = 0,411$
$\gamma_{23} (1) = 0,777$	$\gamma_{23} (2) = 0,538$	$\gamma_{23} (3) = 0,411$
$\gamma_{24} (1) = 1$	$\gamma_{24} (2) = 0,411$	$\gamma_{24} (3) = 0,411$
$\gamma_{25} (1) = 0,368$	$\gamma_{25} (2) = 0,411$	$\gamma_{25} (3) = 0,368$
$\gamma_{26} (1) = 1$	$\gamma_{26} (2) = 0,466$	$\gamma_{26} (3) = 0,538$

Contoh perhitungan koefisien relasi *grey severity, occurance, detection*

Diketahui

$$\Delta_{0i} \min = 0$$

$$\Delta_{0i} \max = 7$$

$$\zeta = 0,5 \text{ (Chang, 2001)}$$

$$\Delta_{01} (1) = 4$$

$$\Delta_{01} (2) = 4$$

$$\Delta_{01} (3) = 5$$

Ditanya :

Koefisien relasi *grey* pada kolom *severity, occurance, dan detection* ?

- $\gamma_{01} (1)$ atau koefisien relasi *grey* kolom *severity* ?

$$\frac{0 + 0.5(7)}{4 + 0.5(7)} = \mathbf{0,466}$$

$$\gamma_{01} (1) =$$

- $\gamma_{01} (2)$ atau koefisien relasi *grey* kolom *occurance* ?

$$\frac{0+0.5(7)}{4+0.5(7)} = 0,466 \text{ Penyelesaian :}$$

$$\gamma_{01}(2) =$$

- $\gamma_{01}(3)$ atau koefisien relasi *grey* kolom *detection* ?

$$\frac{0+0.5(7)}{5+0.5(7)} = 0,411 \gamma_{01}(3) =$$

5) Menghitung derajat hubungan *grey*

Rumus yang digunakan untuk menghitung derajat hubungan *grey* yaitu :

$$\Gamma_{0i}(k) = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 \gamma_{0i}(k)$$

Untuk hasil penentuan derajat hubungan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Derajat Hubungan

Derajat hubungan <i>Grey Severity, Occurance, dan Detection</i>	Nilai derajat hubungan <i>Grey Severity, Occurance, dan Detection</i>
Γ_{O1}	0,447
Γ_{O2}	0,514
Γ_{O3}	0,466
Γ_{O4}	0,504
Γ_{O5}	0,471
Γ_{O6}	0,625
Γ_{O7}	0,551
Γ_{O8}	0,49
Γ_{O9}	0,649
Γ_{O10}	0,522
Γ_{O11}	0,593
Γ_{O12}	0,486
Γ_{O13}	0,356
Γ_{O14}	0,700
Γ_{O15}	0,569
Γ_{O16}	0,644
Γ_{O17}	0,453
Γ_{O18}	0,522
Γ_{O19}	0,655
Γ_{O20}	0,561
Γ_{O21}	0,729
Γ_{O22}	0,682
Γ_{O23}	0,575
Γ_{O24}	0,911
Γ_{O25}	0,382
Γ_{O26}	0,668

Contoh perhitungan derajat relasi *grey*

Diketahui :

$$\gamma_{01}(1) = 0,466$$

$$\gamma_{01}(2) = 0,466$$

$$\gamma_{01}(3) = 0,411$$

Ditanya :

Γ O1 atau derajat relasi *grey* ?

$$\text{Penyelesaian :} = \frac{0,466+0,466+0,411}{3}$$

$$\Gamma_{O1} = 0,477$$

Tabel 7. Hasil RPN Fmea dan Derajat Relasi Grey Theory

No	FMEA					Grey Theory
	Potensial Causes	Severity	Occurance	Detection	RPN FMEA	Derajat Relasi Grey Theory
1	Kampas aus	6	6	7	252	0,447
	Tekanan angin tidak stabil	5	6	5	150	0,514
	Lubang pengatur <i>break</i> tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar)	6	6	6	216	0,466
2	As bengkok	4	6	7	168	0,504
	<i>Bearing</i> rusak	5	6	7	210	0,471
	Permukaan <i>Feeding Roll</i> tidak rata	2	6	7	84	0,625
	As bengkok	3	6	7	126	0,551
	<i>Bearing</i> rusak	5	6	6	180	0,49
	Permukaan <i>Dancing Roll</i> tidak rata	2	5	7	70	0,649
3	<i>Bearing</i> rusak	6	6	4	144	0,522
	Karet keras	3	6	5	90	0,593
	<i>Bearing</i> rusak	4	7	7	196	0,486
	PIV Size Box tidak stabil	8	9	8	576	0,356
4	As bengkok	2	6	4	48	0,700
	<i>Bearing</i> rusak	3	6	6	108	0,569
	Permukaan <i>Wet Splitting</i> tidak rata	2	6	6	72	0,644
5	Gear dan Rantai aus	5	7	7	245	0,453
	Terdapat air kondensasi	4	6	6	144	0,522
6	As bengkok	3	3	7	63	0,655
	<i>Bearing</i> rusak	3	4	7	84	0,561
	Permukaan <i>Roll Tension</i> tidak rata	2	3	7	42	0,729
	As Bengkok	2	4	7	56	0,682
	<i>Bearing</i> rusak	3	5	7	105	0,575
	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	2	6	7	84	0,911
7	PIV Head Stock tidak stabil	8	7	8	448	0,382
	<i>Bearing</i> rusak	2	6	5	130	0,668

Analisis dan Intrepetasi Hasil

Mengurutkan Nilai RPN

Pengurutan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dalam metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah langkah penting untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko yang terkait dengan potensi kegagalan dalam suatu proses atau produk.

Rangking FMEA

Rangking FMEA berdasarkan hasil perkalian *severity*, *occurance* dan *detection* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rangking FMEA

<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	RPN	Rangking
PIV Size Box	PIV tidak stabil	576	1
PIV Head Stock	PIV tidak stabil	448	2
Break Creel Beam Stand	Kampas aus	252	3
Dryer Cylinder	Gear dan Rantai aus	245	4
Break Creel Beam Stand	Lubang pengatur <i>break</i> tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar)	216	5
Feeding Roll	Bearing rusak	210	6
Bottom Roll	Bearing rusak	196	7
Dancing Roll	Bearing rusak	180	8
Feeding Roll	As bengkok	168	9
Creel Beam Stand	Tekanan angin tidak stabil	150	10
Size Box	Bearing rusak	144	11
Pre dan Dryer Cylinder	Terdapat air kondensasi	144	12
Winding Tension	Bearing rusak	130	13
Dancing Roll	As bengkok	126	14
Wet Splitting	Bearing rusak	108	15
Splitting Rod	Bearing rusak	105	16
Squeezing Roll	Karet keras	90	17
Feeding Roll	Permukaan <i>Feeding Roll</i> tidak rata	84	18
Roll Tension Dry Area	Bearing rusak	84	19
Splitting Rod	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	84	20
Wet Splitting	Permukaan <i>Wet Splitting</i> tidak rata	72	21
Dancing Roll	Permukaan <i>Dancing Roll</i> tidak rata	70	22
Roll Tension Dry Area	As bengkok	63	23
Splitting Rod	As Bengkok	56	24
Wet Splitting	As bengkok	48	25
Splitting Rod	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	42	26

Rangking Grey Theory

Rangking Grey Theory berdasarkan hasil derajat relasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rangking Grey Theory

<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	Derajat Relasi	Rangking
PIV Size Box	PIV tidak stabil	0,356	1
PIV Head Stock	PIV tidak stabil	0,382	2
Break Creel Beam Stand	Kampas aus	0,447	3
Dryer Cylinder	Gear dan Rantai aus	0,453	4
Break Creel Beam Stand	Lubang pengatur <i>break</i> tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar)	0,466	5
Feeding Roll	Bearing rusak	0,471	6
Bottom Roll	Bearing rusak	0,486	7
Dancing Roll	Bearing rusak	0,49	8
Feeding Roll	As bengkok	0,504	9

<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	Derajat Relasi	Rangking
<i>Break Creel Beam Stand</i>	Tekanan angin tidak stabil	0,514	10
<i>Squeezing Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,522	11
<i>Dryer Cylinder</i>	Terdapat air kondensasi	0,522	12
<i>Dancing Roll</i>	<i>As Bengkok</i>	0,551	13
<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>Bearing</i> Rusak	0,561	14
<i>Wet Splitting</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,569	15
<i>Splitting Rod</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,575	16
<i>Squeezing Roll</i>	Karet keras	0,593	17
<i>Feeding Roll</i>	Permukaan <i>Feeding Roll</i> tidak rata	0,625	18
<i>Wet Splitting</i>	Permukaan <i>Wet Splitting</i> tidak rata	0,644	19
<i>Dancing Roll</i>	Permukaan <i>Dancing Roll</i> tidak rata	0,649	20
<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>As Bengkok</i>	0,655	21
<i>Winding Tension</i>	<i>Bearing</i> Rusak	0,668	22
<i>Spliting Rod</i>	<i>As bengkok</i>	0,682	23
<i>Wet Splitting</i>	<i>As Bengkok</i>	0,700	24
<i>Roll Tension Dry Area</i>	Permukaan <i>Roll Tension</i> tidak rata	0,729	25
<i>Spliting Rod</i>	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	0,911	26

Perbedaan Prioritas FMEA Dengan Grey Theory

Perbandingan priotas FMEA dengan Grey Theory dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Prioritas FMEA Dengan Grey Theory

<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>RPN FMEA</i>	<i>Rangking FMEA</i>	<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	Derajat Relasi	Rangking Grey Theory
<i>PIV Size Box</i>	PIV tidak stabil	576	1	<i>Size Box</i>	PIV tidak stabil	0,356	1
<i>PIV Head Stock</i>	PIV tidak stabil	448	2	<i>Head Stock</i>	PIV tidak stabil	0,382	2
<i>Break Creel Beam Stand</i>	Kampas aus	252	3	<i>Creel Beam Stand</i>	Kampas aus	0,447	3
<i>Dryer Cylinder</i>	Gear dan Rantai aus	245	4	<i>Dryer Cylinder</i>	Gear dan Rantai aus	0,453	4
<i>Break Creel Beam Stand</i>	Lubang pengatur <i>break</i> tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar)	216	5	<i>Creel Beam Stand</i>	Lubang pengatur <i>break</i> tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar)	0,466	5
<i>Feeding Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	210	6	<i>Feeding Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,471	6
<i>Bottom Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	196	7	<i>Bottom Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,486	7
<i>Dancing Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	180	8	<i>Dancing Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,49	8
<i>Feeding Roll</i>	<i>As bengkok</i>	168	9	<i>Feeding Roll</i>	<i>As bengkok</i>	0,504	9

<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>RPN FMEA</i>	<i>Rangking FMEA</i>	<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>Derajat Relasi</i>	<i>Rangking Grey Theory</i>
<i>Break Creel Beam Stand</i>	Tekanan angin tidak stabil	150	10	<i>Creel Beam Stand</i>	Tekanan angin tidak stabil	0,514	10
<i>Squeezing Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	144	11	<i>Squeezing Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,522	11
<i>Dryer Cylinder</i>	Terdapat air kondensasi	144	12	<i>Dryer Cylinder</i>	Terdapat air kondensasi	0,522	12
<i>Winding Tension</i>	<i>Bearing</i> rusak	130	13	<i>Dancing Roll</i>	<i>As Bengkok</i>	0,551	13
<i>Dancing Roll</i>	<i>As bengkok</i>	126	14	<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>Bearing Rusak</i>	0,561	14
<i>Wet Splitting</i>	<i>Bearing</i> rusak	108	15	<i>Wet Splitting</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,569	15
<i>Splitting Rod</i>	<i>Bearing</i> rusak	105	16	<i>Splitting Rod</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,575	16
<i>Squeezing Roll</i>	Karet keras	90	17	<i>Squeezing Roll</i>	Karet keras	0,593	17
<i>Feeding Roll</i>	Permukaan <i>Feeding Roll</i> tidak rata	84	18	<i>Feeding Roll</i>	Permukaan <i>Feeding Roll</i> tidak rata	0,625	18
<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>Bearing</i> rusak	84	19	<i>Wet Splitting</i>	Permukaan <i>Wet Splitting</i> tidak rata	0,644	19
<i>Splitting Rod</i>	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	84	20	<i>Dancing Roll</i>	Permukaan <i>Dancing Roll</i> tidak rata	0,649	20
<i>Wet Splitting</i>	Permukaan <i>Wet Splitting</i> tidak rata	72	21	<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>As Bengkok</i>	0,655	21
<i>Dancing Roll</i>	Permukaan <i>Dancing Roll</i> tidak rata	70	22	<i>Winding Tension</i>	<i>Bearing</i> rusak	0,668	22
<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>As bengkok</i>	63	23	<i>Spliting Rod</i>	<i>As bengkok</i>	0,682	23
<i>Splitting Rod</i>	<i>As Bengkok</i>	56	24	<i>Wet Splitting</i>	<i>As Bengkok</i>	0,700	24
<i>Wet Splitting</i>	<i>As bengkok</i>	48	25	<i>Roll Tension Dry Area</i>	Permukaan <i>Roll Tension</i> tidak rata	0,729	25
<i>Splitting Rod</i>	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	42	26	<i>Splitting Rod</i>	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	0,911	26

Usulan Perbaikan

Usulan Perbaikan 5+1H

Usulan perbaikan 5W+1H untuk mesin sizing merupakan saran tindakan perbaikan yang dirancang menggunakan analisis 5W+1H (Apa, Mengapa, Dimana, Kapan, Siapa, dan Bagaimana) untuk menemukan, menyusun, dan menerapkan solusi atas masalah atau risiko

kerusakan pada mesin sizing. Metode ini bertujuan agar perbaikan yang dilaksanakan menjadi lebih fokus, terstruktur, dan efisien dalam meningkatkan performa mesin serta mengurangi tingkat kerusakan atau kesalahan dalam produksi sehingga kualitas *draft sizing* tetap stabil. Usulan perbaikan berdasarkan perangkingan *Grey Theory* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Usulan Perbaikan 5W+1H

<i>Item</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
PIV Size Box	PIV tidak stabil	Gearbox dan rantai	Agar dapat memastikan putaran dari PIV sesuai dengan standarnya	Dibawah Size Box	Dilakukan saat proses sizing berjalan	Mekanik dan Oli man	Melakukan pengecekan secara berkala dan memperbaiki komponen yang rusak
PIV Head Stock	PIV tidak stabil	Gearbox dan rantai	Agar dapat memastikan putaran dari PIV sesuai dengan standarnya	Dibawah Head Stock	Dilakukan saat proses sizing berjalan	Mekanik dan Oli man	Melakukan pengecekan secara berkala dan memperbaiki komponen yang rusak
Break Creel Beam Stand	Kampas aus	Rantai dan Pengereman pada kampas	Agar dapat memastikan tegangan pada benang tetap stabil	Break Creel Beam Stand	Dilakukan sebelum dan saat proses sizing berjalan	Mekanik dan Oli man	Melakukan pergantian komponen ketika rusak dan melakukan perawatan rantai dengan cara merendam rantai dengan solar agar rantai fleksibel sehingga rantai tidak kaku ketika rantai berkarat
Dryer Cylinder	Gear dan Rantai aus	Gear dan Rantai	Agar hasil putaran dari Pre Dryer dan Dryer sejalan atau sama	Dryer Cylinder	Dilakukan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian grease silinder high temperature
Break Creel Beam Stand	Lubang pengatur break tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar)	Piston pneumatik	Agar beam warping sejajar sehingga menghasilkan tegangan benang yang stabil	Break Creel Beam Stand	Dilakukan sebelum proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pengecekan terhadap As Beam Warping dan setting ulang beam warping sejajar
Feeding Roll	Bearing rusak	Bearing	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari feeding roll sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi	Feeding Roll	Dilakukan sebelum proses dan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian grease atau oli dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
Bottom Roll	Bearing rusak	Bearing	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari Bottom roll sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi	Bottom Roll	Dilakukan sebelum proses dan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian grease atau oli dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
Dancing Roll	Bearing rusak	Bearing	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari Dancing roll	Dancing Roll	Dilakukan sebelum proses dan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian

			sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi		saat proses sizing berjalan		<i>grease</i> atau <i>oli</i> dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Feeding Roll</i>	As bengkok	As	Untuk memastikan penyaluran benang dari proses sebelumnya yaitu dari <i>creel beam</i> stand ke proses selanjutnya yaitu <i>size box</i> dapat berjalan dengan	<i>Feeding Roll</i>	Dilakukan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Break Creel Beam Stand</i>	Tekanan angin tidak stabil	Tekanan angin	Untuk memastikan tekanan angin sesuai dengan standarnya	<i>Break Creel Beam Stand</i>	Dilakukan sebelum proses dan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pemeriksaan tekanan angin sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (Tekanan angin untuk <i>section beam</i> depan sebesar 2,5 bar dan tekanan angin untuk <i>section belakang</i> 3,0 bar)
<i>Squeezing Roll</i>	<i>Bearing</i> rusak	<i>Bearing</i>	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari <i>Squeezing Roll</i> sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi	<i>Squeezing Roll</i>	Dilakukan sebelum proses dan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian <i>grease</i> atau <i>oli</i> dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Pre dan Dryer Cylinder</i>	Terdapat air kondensasi	<i>Steam</i>	Untuk memastikan air kondensasi dalam <i>dryer cylinder</i> tetap terjaga	<i>Pre dan Dryer Cylinder</i>	Dilakukan sebelum proses dan sesudah proses sizing	Mekanik atau Oli man	Melakukan pemeriksaan steam secara berkala untuk melihat kondisi air kondensasi tetap terjaga (minimal tekanan pada <i>steam</i> 6 bar)
<i>Winding Tension</i>	<i>Bearing</i> rusak	<i>Bearing</i>	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari <i>Winiding Tension</i> sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi	<i>Winding Tension</i>	Dilakukan sebelum proses dan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian <i>grease</i> atau <i>oli</i> dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Dancing Roll</i>	As bengkok	As	Untuk memastikan penyaluran benang dari proses sebelumnya yaitu dari <i>dancing roll beam</i> stand ke proses selanjutnya yaitu <i>dryer cylinder</i> dapat berjalan dengan	<i>Dancing Roll</i>	Dilakukan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Wet Splitting</i>	<i>Bearing</i> rusak	<i>Bearing</i>	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari <i>Wet Splitting</i> sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak	<i>Wet Splitting</i>	Dilakukan sebelum proses dan saat proses sizing berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian <i>grease</i> atau <i>oli</i> dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak

			dengan kecepatan yang lebih tinggi				
<i>Splitting Rod</i>	<i>Bearing</i> rusak	<i>Bearing</i>	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari <i>Splitting Rod</i> sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga bagian yang bergerak untuk bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi	<i>Splitting Rod</i>	Dilakukan sebelum proses dan saat proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian <i>grease</i> atau oli dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Squeezing Roll</i>	Karet keras	<i>Squeezing roll</i>	Untuk memastikan penyerapan benang terserap dengan sempurna	<i>Squeezing Roll</i>	Dilakukan saat proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan <i>rubber</i> ulang atau pelapisan ulang pada karet
<i>Feeding Roll</i>	Permukaan <i>Feeding Roll</i> tidak rata	<i>Roll</i> penghantar	Untuk memastikan benang-benang yang melalui roll penghantar dapat berjalan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada benang	<i>Feeding Roll</i>	Dilakukan sebelum proses dan sesudah proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pengecekan setiap hari atau secara berkala dan melakukan pembersihan <i>feeding roll</i> jika kotor serta melakukan perbaikan dengan cara <i>rubber</i> ulang jika <i>Feeding roll</i> cacat atau kasar
<i>Roll Tension Dry Area</i>	<i>Bearing</i> rusak	<i>Bearing</i>	Untuk Meminimalisir gesekan putaran dari <i>Roll Tension Dry Area</i> sehingga mengurangi keausan dan juga meningkatkan kecepatan sehingga	<i>Roll Tension Dry Area</i>	Dilakukan sebelum proses dan saat proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan perawatan dengan cara pemberian <i>grease</i> atau oli dan juga Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Splitting Rod</i>	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	<i>Roll</i> Penghantar	Untuk memastikan benang-benang yang melalui roll penghantar dapat berjalan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada benang	<i>Splitting Rod</i>	Dilakukan sebelum proses dan sesudah proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pengecekan setiap hari atau secara berkala dan melakukan pembersihan <i>Splitting Rod</i> jika kotor serta melakukan perbaikan dengan cara <i>rubber</i> ulang jika <i>Feeding roll</i> cacat atau kasar
<i>Wet Splitting</i>	Permukaan <i>wet splitting</i> tidak rata	<i>Roll</i> Penghantar	Untuk memastikan benang-benang yang melalui roll penghantar dapat berjalan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada benang	<i>Wet Splitting</i>	Dilakukan sebelum proses dan sesudah proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pengecekan setiap hari atau secara berkala dan melakukan pembersihan <i>Wet Splitting</i> jika kotor serta melakukan perbaikan dengan cara <i>rubber</i> ulang
<i>Dancing Roll</i>	Permukaan <i>Dancing Roll</i> tidak rata	<i>Roll</i> Penghantar	Untuk memastikan benang-benang yang melalui roll penghantar dapat berjalan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada benang	<i>Dancing Roll</i>	Dilakukan sebelum proses dan sesudah proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pengecekan setiap hari atau secara berkala dan melakukan pembersihan <i>Dancing Roll</i> jika kotor serta melakukan perbaikan dengan cara <i>rubber</i> ulang
<i>Roll Tension Dry Area</i>	As bengkok	As	Untuk memastikan penyaluran benang dari proses sebelumnya yaitu dari <i>Roll Tension Dry Area</i> ke proses	<i>Roll Tension Dry Area</i>	Dilakukan saat proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak

			selanjutnya yaitu ke Penggulungan <i>Beam Head Stock</i> dapat berjalan dengan				
<i>Splitting Rod</i>	As Bengkok	As	Untuk memastikan penyaluran benang dari proses sebelumnya yaitu dari <i>Splitting Rod</i> ke proses selanjutnya yaitu ke Penggulungan <i>Beam Head Stock</i> dapat berjalan dengan	<i>Splitting Rod</i>	Dilakukan saat proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Wet Splitting</i>	As bengkok	As	Untuk memastikan penyaluran benang dari proses sebelumnya yaitu dari <i>Wet Splitting</i> ke proses selanjutnya yaitu ke <i>Size Box</i> dapat berjalan dengan	<i>Wet Splitting</i>	Dilakukan saat proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pergantian komponen jika sudah rusak
<i>Splitting Rod</i>	Permukaan <i>Splitting Rod</i> tidak rata	Roll Penghantar	Untuk memastikan benang-benang yang melalui roll penghantar dapat berjalan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada benang	<i>Splitting Rod</i>	Dilakukan sebelum proses dan sesudah proses <i>sizing</i> berjalan	Mekanik atau Oli man	Melakukan pengecekan setiap hari atau secara berkala dan melakukan pembersihan <i>Wet Splitting</i> jika kotor serta melakukan perbaikan dengan cara <i>rubber</i> ulang

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan dan analisis data, diperoleh beberapa kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian. Pertama, hasil analisis menggunakan diagram fishbone dan FMEA menunjukkan bahwa semua kegagalan pada part mesin sizing berpengaruh terhadap kualitas draft sizing. Penyebab kegagalan tersebut dikategorikan ke dalam tujuh area utama mesin sizing, yaitu Creel Beam Stand, Feeding Tension, Size Box, White Tension, Dryer Cylinder, Splitting Tension, dan Head Stock. Kedua, hasil penerapan metode Grey Theory dalam FMEA menunjukkan bahwa dari 26 urutan prioritas kegagalan, terdapat 10 prioritas perbaikan yang berbeda dan 16 prioritas yang sama. Penentuan prioritas perbaikan berdasarkan nilai derajat hubungan terkecil antara lain: PIV tidak stabil pada area size box dengan nilai 0,356; PIV tidak stabil pada area head stock dengan nilai 0,382; kampas aus pada area creel beam stand dengan nilai 0,477; gear dan rantai aus pada area dryer cylinder dengan nilai 0,453; serta lubang pengatur brake tidak simetris (piston pneumatik tidak sejajar) pada area creel beam stand dengan nilai 0,466. Ketiga, usulan perbaikan meliputi penjadwalan pergantian komponen secara berkala terutama pada bagian yang sering mengalami keausan, serta melakukan pengecekan dan perawatan mesin secara rutin guna meminimalkan kerusakan dan memperpanjang umur mesin. Keempat, dari hasil analisis menggunakan metode 5W+1H, setiap kegagalan pada komponen atau part mesin sizing memerlukan jadwal perawatan mesin

yang disusun sesuai dengan prioritas hasil analisis grey FMEA. Langkah ini bertujuan agar pihak maintenance dapat meningkatkan kualitas draft sizing secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar perusahaan mengimplementasikan usulan perbaikan yang telah disampaikan dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yang terintegrasi dengan metode Grey Theory. Kombinasi metode ini terbukti efektif dalam membantu mendefinisikan, mengidentifikasi, serta menghilangkan cacat dan masalah dalam proses produksi, baik terhadap permasalahan yang sudah diketahui maupun yang berpotensi muncul di masa depan. Selain itu, metode ini juga memberikan hasil yang lebih akurat dalam penentuan prioritas perbaikan, sehingga diharapkan mampu meningkatkan efektivitas manajemen pemeliharaan mesin dan kualitas produksi secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, Z. A., & Linarti, U. (2023). Preventive maintenance analysis using Monte Carlo simulation and failure mode and effect analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri*, 22(2), 251–262. <https://doi.org/10.23917/jiti.v22i2.21900>
- Ahmed, T., & Uddin, S. (2023). Textile weaving dataset for machine learning to predict rejection and production of a weaving factory. *Data in Brief*, 47, 108995. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.108995>
- Alijoyo, D. A., Wijaya, B., & Jacob, I. (n.d.). *Failure mode effect analysis: Analisis modus kegagalan dan dampak*.
- Apindo. (2020). *Modul Weaving*.
- Ardyansyah, H. R., & Handayani, N. U. (2023). Analisis pengendalian kualitas produk kain grey PS 946 dalam upaya mengurangi tingkat kecacatan produk menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan pendekatan Kaizen. *Industrial Engineering Online Journal*, 12(3), 1–10. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/40325>
- Ariani, D. W. (2005). *Manajemen kualitas: Pendekatan sisi kualitas dan sisi sumber daya manusia*.
- Chang, C., Liu, P., & Wei, C. (2001). Failure mode and effects analysis using grey theory. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(3), 211–216. <https://doi.org/10.1108/09576060110391174>
- Krisnaningsih, E., & Hadi, F. (2020). Strategi mengurangi produk cacat menggunakan metode Six Sigma DMAIC pada PT. XYZ. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri (UNISTEK)*, 1(8), 21–30.
- Pradana, B. A. (2020). Analisis industri tekstil di Indonesia. *UNESA Journal of Chemistry*, 1–8.

- Saputra, A. P., & Siti, N. (2024). Analisis pengendalian kualitas kain grey pada mesin shuttle menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taufik, M., Ahmad, R., & Al Ghofari, K. (2023). Analisis penyebab kerusakan dan prioritas perbaikan dalam pengendalian kualitas dengan menggunakan metode Grey FMEA.
- Tjahjaningsih, Y. S. (2016). Penentuan prioritas perbaikan kegagalan proses dalam pengendalian kualitas dengan mengintegrasikan FMEA dan Grey Theory. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, 1(2), C.170–C.175.
- Wilbert, Sinaga, T. S., & Rambe, A. J. M. (2013). Penerapan preventive maintenance dengan menggunakan metode reliability centered maintenance dengan mengaplikasikan Grey FMEA pada PT. WXY. *E-Jurnal Teknik Industri FT USU*, 1(3), 53–59.
- Zulfikar, M. (2021). Analisis pengendalian kualitas pada proses produksi benang regular dengan pendekatan Grey FMEA.