



## Usulan Pengendalian Kualitas Produksi Kain Grey pada Mesin Tenun RRC *Shuttel* Menggunakan Metode FTA-FMEA untuk Meminimalkan Cacat Kain di PT XYZ

### Proposed Quality Control Method for Greig Fabric Production on RRC *Shuttel* Weaving Machine Using FTA-FMEA to Reduce Fabric Defects at PT XYZ

Fadil Abdullah<sup>1</sup>, Iphov Kumala Sriwana<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Diterima 03-02-2023  
Diperbaiki 25-12-2023  
Disetujui 30-12-2023

##### Kata Kunci:

FTA, FMEA, Cacat, Tenun, *Shuttle Loom*

##### Keywords:

FTA, FMEA, Defect, Weaving, Shuttle Loom

#### ABSTRAK

PT XYZ menghadapi permasalahan penurunan kualitas produk yang disebabkan oleh cacat produksi melebihi batas toleransi optimumnya sebesar 2% per periode selama enam periode berturut-turut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi cacat dan penyebabnya serta memberikan rekomendasi strategi aksi untuk penanggulangan dan pencegahan terjadinya cacat tersebut terulang kembali saat proses produksi kain grey di mesin tenun *shuttle* tipe RRC dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode analisis yang terintegrasi antara *fault tree analysis* (FTA) dan *failure mode and effect analysis* (FMEA). Hasil penelitian menampilkan lima jenis cacat mayor pada produk kain grey yang dominan ditemui dengan persentase kumulatif sebesar 80% yang terdiri dari cacat pickbar, ambrol, sobek, benang terputus dikain dan kain terdapat anyaman yang loncat. Teridentifikasi dua belas akar masalah yang menyebabkan kelima jenis cacat tersebut muncul di hasil produksi mesin tenun *shuttle* RRC. Akar penyebab masalah yang teridentifikasi kemudian dihitung masing-masing nilai *risk priority number* (RPN) serta dilakukan klasifikasi berdasarkan tiga kelas yang memiliki intensitas risiko dan potensi penyebab cacat tertinggi meliputi kelas A, B dan C. Dua akar penyebab masalah yang memiliki kumulatif persentase 20% dari kelas A teridentifikasi sebagai penyebab utama cacat yang meliputi : permasalahan sepatu sisir tenun kurang pas dan permasalahan rangkaian *let off* dan *take up motion* di mesin tenun yang tidak sesuai. Kedua akar penyebab ini memiliki nilai RPN masing-masing sebesar 648. Rekomendasi strategi aksi sebagai upaya penanggulangan dan pencegahan diberikan pada dua akar penyebab masalah tersebut yang mempunyai persentase penyebab masalah sebesar 20% agar kelima jenis cacat yang memiliki persentase kumulatif dominan sebesar 80% tersebut tidak terjadi kembali.

#### ABSTRACT

PT XYZ faces challenges in declining product quality due to production defects exceeding the optimal tolerance limit of 2% per period for six consecutive periods. This research aims to identify and address defects, offering action strategy recommendations to mitigate and prevent their recurrence during the production of grey fabric on RRC shuttle loom machines. The study utilizes an integrated analysis method, combining Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The research highlights five major defect types in grey fabric products, constituting 80% cumulatively. These defects include pickbar issues, ambrol (fraying), tears, broken threads, and skipped weaving. Twelve root causes contributing to these defects in RRC shuttle loom production are identified and evaluated based on their Risk Priority Number (RPN), categorized into classes A, B, and C with varying risk intensities. Two root causes from Class A, constituting 20% cumulatively, are identified as primary defect causes. These issues involve the fit of the weaving reed and discrepancies in the let-off and take-up motion mechanism on the loom machine, each with an RPN value of 648. Action strategy recommendations are provided for these two root causes, collectively contributing to 20% of the overall problem percentage. The objective is to prevent the recurrence of the five major defect types, accounting for 80% of the cumulative percentage. This comprehensive approach aims to rectify the identified issues, ensuring a higher standard of product quality in the textile manufacturing process.

## 1. Pendahuluan

Keberhasilan perusahaan yang bergerak di sektor industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) sangat bergantung pada tingkat kualitas produknya. Kualitas menjadi aspek kritis yang dinilai oleh konsumen, sehingga setiap langkah dalam proses produksi untuk suatu produk harus dievaluasi seketat mungkin [1]. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa kualitas produk mendapatkan penilaian positif dari konsumen [2]. Sehingga perusahaan yang bergerak di industri ini dituntut untuk terus memperhatikan kualitas produk agar mendapatkan penilaian yang positif dan menjaga kepercayaan yang diberikan oleh konsumen.

Salah satu produk unggulan di industri tekstil yang mendapatkan penilaian positif dari konsumen karena kualitasnya adalah produk kain grey yang diproduksi oleh mesin tenun *shuttle*. Kain hasil produksi kain grey di mesin *shuttle* ini memiliki karakteristik yang lebih rapi sehingga banyak disukai oleh para konsumen. Namun, karena mesin ini merupakan mesin generasi yang cukup lama dan tidak dilengkapi oleh mekanisme otomatisasi sehingga mengakibatkan munculnya berbagai improvisasi yang justru membuat kualitas produk beresiko menurun.

PT XYZ, saat ini menghadapi permasalahan penurunan kualitas produk kain grey, di mana persentase panjang cacat mayor yang ditemukan dari hasil produksi di mesin tenun *shuttle* tipe RRC melebihi batas toleransi panjang cacat mayor yang diterima. Salah satu jenis cacat mayor yang ditemukan adalah cacat kain ambrol dengan persentase panjang cacat yang teridentifikasi sebesar 15,12% dari rata-rata pengamatan cacat selama enam periode. Padahal untuk setiap periodenya saja, batas toleransi persentase panjang cacat mayor yang diterima oleh perusahaan hanyalah sebesar 2%. Batas toleransi cacat ini sendiri ditetapkan oleh perusahaan dengan mempertimbangkan kondisi mesin tenun *shuttle* RRC yang tidak dilengkapi oleh mekanisme otomatisasi, sehingga menyebabkan cacat terus terjadi secara berulang dalam setiap proses produksi, baik dalam bentuk minor maupun mayor.

Namun, eskalasi cacat yang begitu bervariasi, dengan persentase panjang yang melebihi batas toleransi optimumnya, menyebabkan perusahaan harus segera mengatasi permasalahan ini untuk menjaga kualitas dan kepercayaan konsumennya. Salah satu caranya adalah dengan mengidentifikasi penyebab dan solusi yang tepat melalui mekanisme pengendalian kualitas [3].

Pengendalian kualitas diperlukan untuk penanggulangan dan pencegahan terjadinya cacat di saat proses produksi berlangsung yang melebihi batas toleransi optimumnya. Salah satu cara dalam melakukan pengendalian kualitas terhadap cacat produk adalah dengan melakukan pengecekan terhadap parameter produksi itu sendiri [3], [4]. Pengecekan yang dilakukan bukan hanya berdasarkan jenis cacat yang dialami tetapi juga harus menyeluruh sampai penyebab cacat itu terjadi. Metode analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi cacat dan penyebab cacat produksi berdasarkan prinsip pengecekan parameter adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure mode and effects analysis* (FMEA) [5].

Beberapa penelitian telah menggunakan FTA dan FMEA sebagai pemecahan masalah penurunan kualitas produk yang disebabkan oleh cacat. Penelitian Ardiyansyah dan Wahyuni

[5] di tahun 2018 menggunakan FTA dan FMEA untuk menghasilkan usulan strategi penanggulangan cacat yang terjadi saat proses produksi di UKM. Kemudian penelitian Fadli, dkk [6] dan Rizona, dkk [7] menggunakan FTA dan FMEA untuk menghasilkan usulan strategi terhadap pemeliharaan dan identifikasi keandalan mesin produksi. Penelitian Lestari dan Mahbubah [8] di tahun 2021 juga menghasilkan identifikasi cacat dan usulan perbaikan berdasarkan nilai RPN yang didapat dari sebuah proses produksi songkok. Penelitian Krinaningsih, dkk [9] juga menggunakan metode FTA dan FMEA untuk mengidentifikasi cacat ditambah dengan penggunaan metode 5W +1H dalam memberikan usulan penanggulangan cacat produksi. Kemudian penelitian Shafiee, dkk [10] dan Mutlu Altuntaş lainnya [11] menggunakan metode integrasi FTA dan FMEA untuk mengidentifikasi potensi risiko dari berbagai aktifitas produksi spinning dan sistem keteknikan lainnya.

Meskipun beberapa penelitian telah menggunakan FTA dan FMEA, namun penelitian-penelitian di atas masih belum mengintegrasikan penggunaan metode FTA dan FMEA untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengatasi terjadinya cacat dari hasil proses produksi. FTA membantu mengidentifikasi kegagalan proses yang dapat menyebabkan cacat pada produk. Contohnya adalah, FTA dapat menggambarkan bagaimana kegagalan mekanisme *let off* dan *take up* di mesin tenun dapat berkontribusi pada jenis cacat tertentu seperti benang putus atau kain yang terdapat anyaman yang loncat. FMEA dapat memberikan peringkat pada potensi dampak dan kemungkinan terjadinya kegagalan pada berbagai aspek produksi. Sebagai contoh, FMEA dapat membantu menilai dampak kegagalan sepatu sisir tenun yang tidak pas, memberikan informasi tentang sejauh mana kegagalan tersebut dapat mempengaruhi kualitas produk. Sehingga integrasi kedua metode ini akan sangat bermanfaat untuk mengatasi kegagalan produksi yang ditandai dengan adanya cacat produk yang melebihi batas optimumnya, dengan sangat holistik secara pemahaman terhadap penyebab masalah, identifikasi yang mendalam terhadap jenis cacat yang terjadi dan penyebab cacat serta mengevaluasi dengan pemberian bobot kesalahan sehingga didapatkan upaya yang relevan dengan terjadinya cacat sebagai bentuk pencegahan.

Maka berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan strategi penanggulangan cacat produksi kain grey di mesin *shuttle* berdasarkan hasil analisis menggunakan metode terintegrasi FTA dan FMEA. Penelitian ini juga memiliki kontribusi untuk menyelesaikan permasalahan penurunan kualitas produksi yang disebabkan oleh cacat saat proses produksi pada industri pertenunan *shuttle* khususnya kain grey yang tidak dibahas pada penelitian sebelumnya.

## 2. Metode Penelitian

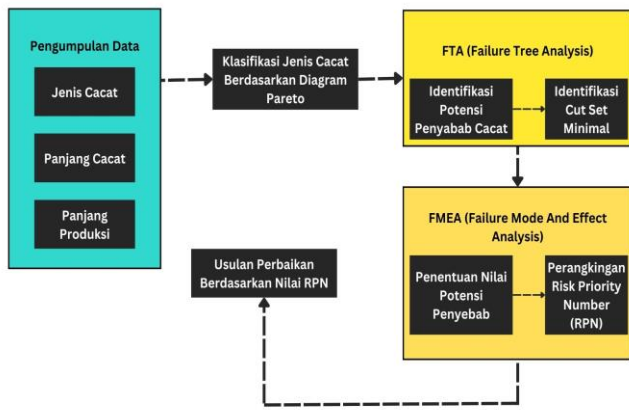
Penelitian ini menggunakan FTA dan FMEA sebagai metode untuk menganalisis masalah, supaya mendapatkan solusi dalam bentuk usulan perbaikan yang efektif. Sistematis pemecahan masalah pada penelitian ini dirangkum dalam metodologi penelitian seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.

### 2.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data untuk rentang periode produksi di bulan Juni – November tahun 2022. Data yang dikumpulkan adalah data panjang produksi kain/bulan, data panjang cacat/bulan serta jenis cacat produk yang didapatkan di departemen pertenunan *shuttle* untuk mesin *shuttle* tipe RRC di PT XYZ.

### 2.2 Diagram Pareto

Klasifikasi jenis cacat menggunakan diagram pareto bertujuan untuk menghasilkan identifikasi cacat dominan yang ditemui saat proses produksi. Klasifikasi ini memerlukan beberapa tahapan, Pertama adalah pengumpulan data, data yang diperoleh dari laporan produksi setiap bulan di departemen tenun *shuttle*. Data tersebut mencakup informasi mengenai berbagai jenis cacat dan panjang cacat yang terjadi dalam suatu periode waktu tertentu. Setelah data terkumpul, langkah berikutnya adalah mengklasifikasikan jenis cacat ke dalam kategori yang sesuai. Setelah itu, kemudian dihitung frekuensi dari masing-masing jenis cacat. Identifikasi frekuensi jenis cacat yang dilakukan di penelitian ini menggunakan persentase. Dalam rangka memahami kontribusi relatif dari setiap jenis cacat, persentase kumulatif juga dihitung. Perhitungan ini memberikan gambaran tentang seberapa besar kumulatif masing-masing jenis cacat terhadap total cacat dalam proses produksi. Selanjutnya, data diatur secara berurutan dan digunakan untuk membuat diagram Pareto. Diagram tersebut menyajikan informasi secara visual, dengan batang vertikal mewakili persentase kumulatif setiap jenis cacat. Analisis Pareto kemudian dilakukan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling signifikan, melalui n prinsip 80/20 di mana sekitar 80% akibat berasal dari 20% penyebab.



Gambar. 1 Sistematika pemecahan masalah

### 2.3 Fault Tree Analysis (FTA)

Setelah mendapatkan jenis cacat yang dominan dengan persentase 80% dari diagram pareto, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi 20% penyebab cacat tersebut menggunakan metode FTA. Metode FTA dalam penelitian ini memiliki dua langkah yaitu mengidentifikasi proses kegagalan untuk membuat diagram *fault tree* dan mengidentifikasi minimum *cut set* dari *fault tree* tersebut.

#### 2.3.1 Mengidentifikasi proses kegagalan

Identifikasi kegagalan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) terdapat beberapa tahapan yang harus dipenuhi sebagai berikut:

1. Mendefinisikan penyebab cacat.
2. Mempelajari sistem kerja bidang yang berpotensi menyebabkan cacat dengan cara mengetahui spesifikasi peralatan, lingkungan kerja dan prosedur operasi.
3. Mengembangkan pohon kesalahan.

#### 2.3.2 Mengidentifikasi minimum cut set

Mengidentifikasi minimum *cut set* berdasarkan diagram *fault tree analysis* untuk mendapatkan akar potensi penyebab masalah. Hasil minimum *cut set* ini menjadi input analisis FMEA dalam menentukan nilai risiko dan potensi penyebab kegagalan.

### 2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai risiko dan potensi penyebab kegagalan menggunakan metode FMEA dengan *output* nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

#### 2.4.1 Menentukan nilai potensi penyebab (SOD)

Mengidentifikasi jenis kegagalan (*failure mode*) dalam bentuk penilaian SOD, merupakan gambaran dimana sebuah produk bisa gagal. pada tahap ini digunakan minimum *cut set* sebagai *input* dari *failure mode*:

1. Menentukan rating *severity* (S) yang merupakan kuantifikasi seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan yang akibatnya disebutkan dalam *Failure Effect*. rating *severity* ini diberikan berdasarkan ratio nilai dari 1-10 [12].
2. Menentukan rating *occurance* (O) yang merupakan tingkatan kemungkinan terjadinya kegagalan. Rating *occurance* ini diberikan berdasarkan rasio nilai dari 1-10 [13], [14].
3. Menentukan rating *detection* (D) yang menunjukkan tingkat kemungkinan lolosnya penyebab kegagalan dari kontrol yang sudah dipasang. Rating *detection* ini diberikan berdasarkan rasio nilai dari 1-10 [13],[14].

Penentuan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* ditentukan oleh kepala bagian pertenunan PT XYZ, akademisi bidang teknologi pertenunan sebagai dan peneliti bidang teknologi pertenunan.

#### 2.4.2 Menghitung nilai Risk Priority Number (RPN)

Terdapat beberapa tahapan dalam menentukan nilai RPN ini di antaranya adalah: menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), merupakan hasil perkalian bobot dari *severity*, *occurance* dan *detection*. Terdapat beberapa tahapan antara lain: mengurutkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan nilai tertinggi kemudian di klasifikasi menggunakan prinsip ABC Pareto.

### 2.5 Menyusun Rekomendasi Strategi Aksi

Setelah mendapatkan nilai RPN dan telah melakukan pengurutan, maka yang dilakukan selanjutnya adalah memberikan rekomendasi aksi berdasarkan kelas urutan yang

telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Rekomendasi aksi hanya diberikan pada penyebab cacat yang termasuk ke dalam kelas kategori tinggi dalam persentase 20% yang menyebabkan 80% cacat dominan terjadi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengumpulan Data

Data yang ditampilkan pada Tabel 1 merupakan data jenis cacat, panjang cacat dan total produksi tenun *shuttle* selama periode Juni 2022 - November 2022. Selama periode tersebut total produksi kain tenun yang dihasilkan oleh 551 mesin tenun *shuttle* sebesar 5.466.269 meter. Pada periode tersebut juga didapatkan persentase panjang cacat paling minimal yang terjadi sebesar 3,5% rata-rata perperiode, dengan jenis cacat yang ditemui adalah "cacat kain pakan tak sampai". Persentase panjang cacat ini melebihi target cacat yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 2 % per periodenya. Gambar cacat ditampilkan pada lampiran.

Tabel. 1  
Data yang Dikumpulkan

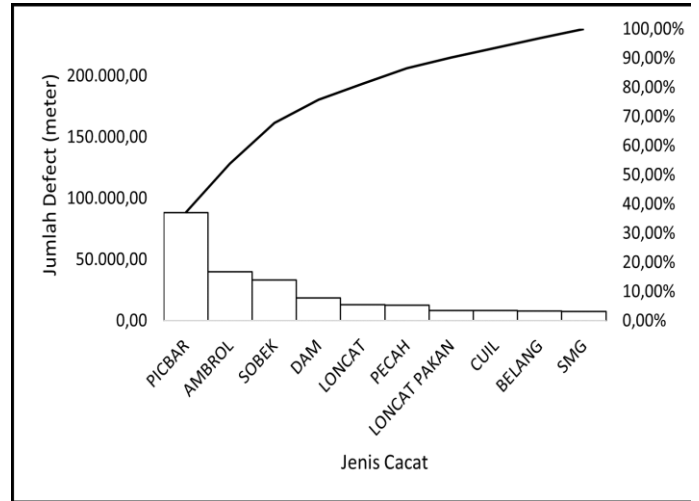
No	Nama Cacat	Panjang Cacat	Persentase	Kumulatif
1	Pickbar	95810,36	30,65	30,65
2	Ambrol	47281,27	15,12	45,77
3	Sobek	40819,26	13,05	58,83
4	Benang terputus diujung	35229,41	11,27	70,10
5	Anyaman Loncat	31221,76	9,98	80,09
6	Kain Pecah	16233,65	5,19	85,28
7	Kain kotor Karena Oli	11955,46	3,82	89,11
8	Anyaman Menyilang	11764,89	3,76	92,87
9	Anyaman Belang	11295,94	3,61	96,48
10	Cacat Kain Pakan Tak Sampai	10980,29	3,51	100
		Total Cacat = 312592,3 meter		

#### 3.2 Klasifikasi Cacat Berdasarkan Diagram Pareto

Klasifikasi jenis cacat berdasarkan diagram pareto digunakan untuk mendapatkan jenis cacat dominan yang ditemui pada produk kain grey dengan akumulatif persentase cacat sebesar 80% yang didefinisikan sebagai akibat. Gambar 2 menampilkan Grafik hasil analisis prinsip pareto berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1.

Prinsip pareto menyebutkan 80/20 yang artinya 80% akibat yang berasal dari 20% penyebab, maka didapatkan 5 jenis cacat dengan total persentase kumulatif sebesar 80% sebagai akibat dari 20% penyebab yang akan diidentifikasi. Penelitian ini menggunakan FTA sebagai identifikasi berbagai penyebab untuk mendapatkan tindakan penyelesaian masalah yang tepat agar cacat yang menyebabkan kualitas produk

menurun tidak terjadi lagi di masa depan. Jenis-jenis cacat tersebut meliputi Pickbar dengan bobot sebesar 30,65026 %, cacat Ambrol dengan bobot sebesar 15,12554%, cacat Sobek dengan bobot sebesar 13,05831%, cacat benang terputus dengan bobot sebesar 11,27008% dan cacat anyaman loncat dengan bobot sebesar 9,988013%.

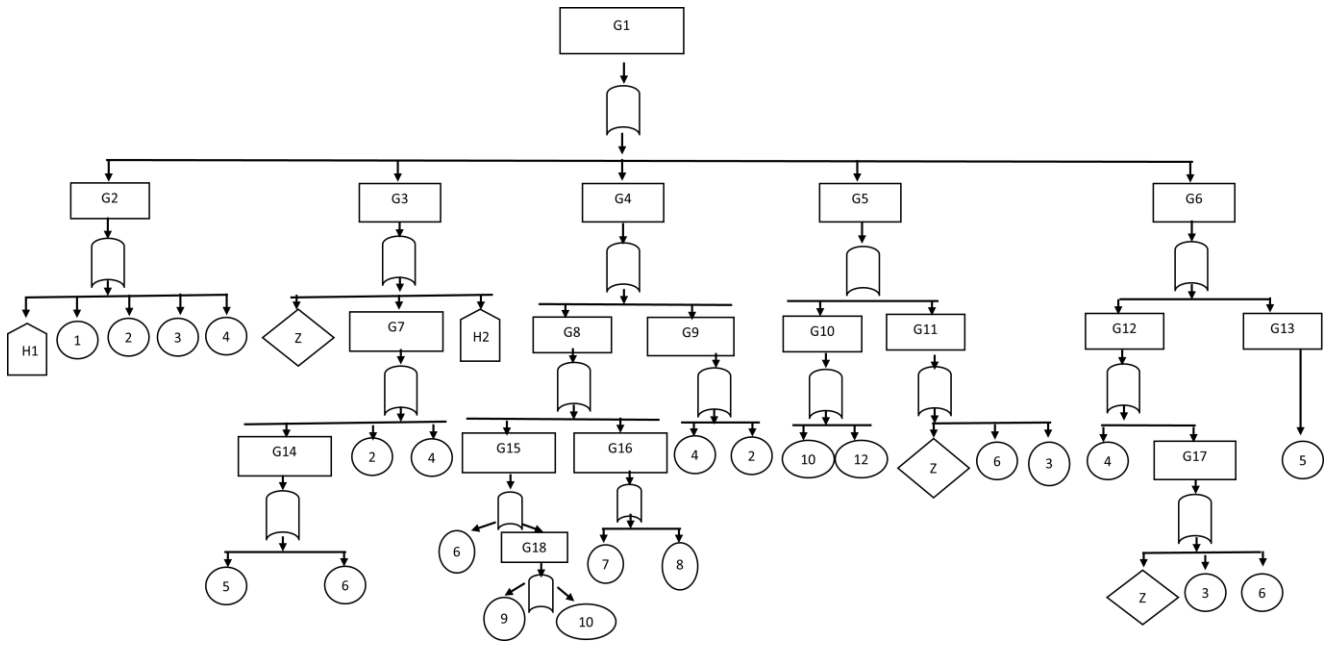


Gambar. 2. Visualisasi diagram pareto

#### 3.3 Fault Tree Analysis (FTA)

##### 3.3.1 Identifikasi kegagalan (cut set)

Identifikasi kegagalan proses dilakukan pada penelitian ini sebagai respons tindakan pemecahan solusi yang menyebabkan 80% cacat yang dominan ditemui dalam produk hasil produksi mesin tenun *shuttle* tipe RRC. Identifikasi menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang terintegrasi dengan hasil diagram pareto sehingga metode ini hanya berfokus pada menggambarkan konseptual masalah dalam *cut set*. Metode *cut set* adalah sebuah metode untuk mengetahui daftar peristiwa kegagalan yang terjadi kemudian pada peristiwa puncak. Berikut ini merupakan hasil identifikasi potensi penyebab kelima jenis cacat tersebut menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) dalam *cut set* yang ditampilkan pada Gambar 3 serta keterangan simbol *cut set* pada Gambar 3 yang ditampilkan oleh Tabel 2. Setelah *cut set* didapatkan langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi penyebab dengan meminimumkan *cut set* untuk mengetahui akar penyebab masalahnya.



Gambar. 3 Hasil identifikasi cut set

Tabel. 2  
Simbol Cut Set

Simbol	Keterangan
<b>Top Event: Cacat produksi kain tenun grey mesin shuttle tipe RRC</b>	
G1	Defect
<b>Intermediate Event</b>	
G2	Pickbar
G3	Ambrol
G4	Sobek
G5	Benang terputus di Kain
G6	Kain terdapat Anyaman Loncat
G7	Mesin
G8	Kain Sobek Arah Lusi
G9	Kain Sobek Arah Pakan
G10	Mesin Tidak Lancar
G11	Shedding Motion kurang maksimal
G12	Anyaman arah Lusi Loncat
G13	Anyaman arah Pakan Loncat
G14	Teropong menabrak benang lusi
G15	Ring Temple Terhambat
G16	Jarum Detector Pakan Berhenti
G17	Bukaan Mulut Lusi Kurang Maksimal
G18	Ring Temple Goyang
<b>Undevelopment Event</b>	
Z	Permasalahan pada kanjian
<b>Normal Event</b>	
H1	Mesin berhenti kemudian dijalankan
H2	Bahan Baku Benang
<b>Basic Event</b>	
1	Sepatu sisir tenun kurang pas
2	Permasalahan rangkaian take up dan let off motion
3	Permasalahan Rangkaian Shedding Motion
4	Permasalahan Rangkaian Tension
5	Permasalahan Rangkaian Picking Motion
6	Debu/Kotoran
7	Pemasangan Jarum detector kurang pas
8	Jarum tenun menusuk lade
9	Pemasangan ring temple kurang rapat
10	Ring temple aus
11	Gun Patah
12	Gun Terlalu Rapat

Tabel 2 menampilkan informasi mengenai simbol dan keterangan model *cut set* yang diidentifikasi pada Gambar 3. Keterangan yang diberikan meliputi arti simbol *top event* yang menyatakan tujuan identifikasi analisis FTA yaitu mengidentifikasi penyebab cacat produk kain grey pada proses produksi mesin tenun *shuttle RRC*. Kemudian *intermediate event* yang menyatakan peristiwa kesalahan yang terjadi karena satu atau lebih penyebab. *Undeveloped event* yang menyatakan sebagai suatu peristiwa yang tidak dikembangkan lebih lanjut baik karena informasi yang tidak terbatas atau lainnya. Serta *basic event* yang menyatakan dasar dari kesalahan yang tidak memerlukan pengembangan lebih lanjut.

Gambar 3 menampilkan hasil analisis *cut set* yang menyebabkan lima jenis cacat mayor yang memiliki kontribusi 80% dalam cacat produksi kain grey di mesin *shuttle RRC* terjadi, yang meliputi: pickbar, ambrol, sobek, cacat benang terputus, dan cacat anyaman loncat.

Hasil analisis *cut set* mendapatkan faktor penyebab (*basic event*) dari cacat pickbar yang meliputi: sepatu sisir tenun yang kurang pas, penyetelan *take up* dan *let off motion* yang kurang tepat, penyetelan *shedding motion* yang kurang tepat dan *tension* gun yang terlalu tinggi. Sementara itu untuk *basic event* yang menyebabkan cacat ambrol adalah: penyetelan rangkaian *picking motion* yang kurang pas, kotoran/debu yang menyumbat pergerakan mesin, *let off* dan *take up motion* yang tidak sama serta *tension* gun yang terlalu tinggi. Kemudian *basic event* yang menyebabkan cacat sobek adalah: *ring temple* kotor dan aus serta permasalahan jarum *sledder* dan *tension* gun yang terlalu tinggi hingga penyetelan yang tidak sama antara *let off* dan *take up motion*. Sementara itu, *basic event* yang menyebabkan cacat benang terputus adalah: gun tenun patah dan terlalu rapat, kotoran atau debu yang menghambat pergerakan mesin serta penyetelan *shedding motion* yang kurang pas dengan konstruksi kain. Serta *basic event* yang menyebabkan cacat anyaman loncat adalah: *tension* pada benang yang terlalu rendah, penyetelan *picking* dan *shedding motion* yang kurang pas dengan konstruksi kain serta benang lusi yang kotor.

### 3.3.2 Identifikasi minimum cut set

Setelah mengidentifikasi jenis cacat dan penyebab cacat menggunakan model FTA selanjutnya adalah menentukan minimum *cut set* untuk mengetahui akar penyebab dari kelima jenis cacat yang dominan dalam produksi kain grey. Berikut menampilkan hasil analisis minimal *cut set* model FTA.

$$G1 = G2 + G3 + G4 + G5 + G6$$

Hasil identifikasi *Top event* (G1) didapatkan *intermediate event* yang berpengaruh adalah G2, G3, G4, G5, dan G6. Selanjutnya diidentifikasi *basic event* pada setiap *intermediate event* yang berpengaruh terhadap *top event*.

$$G6 = G12 + G13 = 4 + 3 + 6 + Z + 5$$

$$G5 = G10 + G11 = 11 + 12 + Z + 6 + 3$$

$$G4 = G8 + G9 = 6 + 9 + 10 + 7 + 8 + 4 + 2$$

$$G3 = Z + G7 + H2 = Z + 5 + 6 + 2 + 4 + H2$$

$$G2 = H1 + 1 + 2 + 3 + 4$$

Sehingga didapatkan 12 *basic event* sebagai akar permasalahan cacat yang berpengaruh terhadap *top event* (G1) sebagai berikut:

$$G1 = (H1+1+2+3+4) + (Z+5+6+2+4+H2) + (6+9+10+7+8+4+2) + (11+12+Z+6+3) + (4+3+6+Z+5)$$

$$G1 = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12$$

Hasil analisis minimum *cut set* didapatkan 12 akar penyebab masalah yang menyebabkan dari kelima jenis cacat tersebut terjadi. Dua belas akar penyebab masalah tersebut meliputi: sepatu sisir tenun kurang pas, permasalahan rangkaian *take up* dan *let off motion*, permasalahan rangkaian *shedding motion*, permasalahan *tension*, permasalahan rangkaian *picking motion*, debu atau kotoran yang menghambat gerak mesin, pemasangan jarum *detector* yang tidak pas, jarum menusuk lade tenun, pemasangan *ring temple* kurang tepat, *ring temple* aus, gun tenun patah dan gun tenun terlalu rapat. Hasil minimum *cut set* ini digunakan sebagai input metode FMEA untuk menganalisis nilai RPN. Nilai RPN ini akan digunakan untuk menentukan rekomendasi strategi aksi sebagai penanggulangan dan pencegahan terjadinya lima jenis cacat ini terulang di proses produksi selanjutnya dengan mengidentifikasi 20% persentase tertinggi dari 12 akar penyebab ini menggunakan skema pareto.

### 3.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

#### 3.4.1 Penentuan nilai Risk Priority Number (RPN)

Minimum *cut set* digunakan sebagai input untuk analisis metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang berfungsi agar penyebab masalah diberi bobot atas kriteria *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D). Pembobotan diberikan pada setiap poin minimum *cut set* berdasarkan potensi kegagalan dan penyebabnya. Pemberian nilai diberikan oleh kepala bagian pertenunan *shuttle*, dosen teknologi pertenunan dan peneliti di bidang teknologi pertenunan. Hasil pemberian bobot pada minimum *cut set* berdasarkan tiga kriteria di atas ditampilkan pada Tabel 3.

#### 3.4.2 Perangkingan RPN cut off

Perangkingan RPN pada *cut off* yang telah diidentifikasi bertujuan supaya dapat memberikan rekomendasi strategi penanggulangan pada yang menyebabkan cacat sebesar 80% dengan indeks penyebab cacat sebesar 20%. Sebelumnya telah dilakukan klasifikasi kelas atau intensitas penyebab cacat menggunakan prinsip pareto yang terdiri dari tiga kelas meliputi A, B, dan C. Kelas A merupakan kelas yang memiliki penyebab cacat paling tinggi dengan indeks kumulatif persentase sebesar 80% dari total RPN. Kelas ini juga yang diidentifikasi sebesar 20% sebagai penyebab utama lima jenis cacat mayor yang mempunyai kumulatif cacat 80% itu terjadi diproses pertenun *shuttle* tipe RRC. Sementara itu, kelas B menginterpretasikan penyebab cacat 'sedang' dengan indeks kumulatif persentase sebesar 25% dari total RPN. Dan kelas C menginterpretasikan potensi penyebab cacat dengan indeks kumulatif persentase sebesar 5% dari total RPN. Perangkingan RPN dari *cut off* ditampilkan juga pada Tabel 3.

Tabel. 3  
Hasil dan Perangkingan serta Klasifikasi RPN

(Failure mode)	Potensi penyebab (Cause of Failure)	Proses kontrol (Current Control)	S	O	D	RPN	Persentase	Kumulatif persentase	Klasifikasi Potensi
5 jenis Cacat yang dominan ditemui	Sepatu sisir tenun kurang pas	Monitoring settingan sebelum produksi dimulai	9	9	8	648	13,74046	13,74046	A
	Masalah rangkaian take up dan left off	Monitoring settingan sebelum produksi dimulai	9	9	8	648	13,74046	27,48092	A
	Debu/Kotoran	Dilakukan pembersihan setiap pergantian shift	8	7	8	448	9,499576	72,095	A
	Slide Nidle menusuk lade	Dilakukan monitoring suku cadang setiap 48 jam	7	7	8	392	8,312129	80,40712	A
	ring temple tidak sesuai ukuran	Dilakukan monitoring suku cadang setiap 48 jam	6	7	6	252	5,343511	85,75064	B
	Ring temple aus	Dilakukan monitoring suku cadang setiap 48 jam	6	7	6	252	5,343511	91,09415	B
	Debu/Kotoran	Dilakukan pembersihan setiap pergantian shift	8	7	8	448	9,499576	72,095	A
Sepatu sisir tenun kurang pas	Monitoring settingan sebelum produksi dimulai	9	9	8	648	13,74046	13,74046	A	

Berdasarkan Tabel 3 yang menampilkan hasil analisis FMEA, didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dan klasifikasi *cut off* penyebab masalah sebagai berikut.

- Kelas A terdiri dari 80% potensi penyebab kegagalan yang mempunyai indeks RPN 648-392 meliputi: sepatu sisir kurang pas, permasalahan penyetelan rangkaian *take up* dan *left off*, permasalahan rangkaian sheading dan tension, permasalahan di rangkaian picking motion, dan kotoran serta jarum menusuk lade.
- Kelas B terdiri dari 25% potensi penyebab kegagalan yang mempunyai indeks RPN 252-210 meliputi: Pemakaian *ring temple* kurang tepat, *Ring temple* aus dan gun patah.
- Kelas C terdiri dari 5 % potensi penyebab kegagalan yang mempunyai indeks RPN 210 adalah gun terlalu rapat.

Rekomendasi strategi aksi hanya diberikan pada penyebab yang diklasifikasikan dalam kelas A dengan indeks persentase nilai RPN secara kumulatif sebesar 20% dari penyebab yang memiliki persentase RPN terbesar. Hasil rekomendasi strategi aksi ini bertujuan untuk memberikan saran perbaikan pada kegiatan operasional produksi yang diharapkan dapat meminimalkan atau mencegah cacat terjadi di proses produksi tenun *shuttle* tipe RRC di masa mendatang. Rekomendasi strategi aksi disusun berdasarkan diskusi dengan kepala bagian pertenunan *shuttle* dan supervisor mekanik *shuttle* RRC serta masukan secara teoritik dari dosen teknologi pertenunan dan peneliti bidang teknologi pertenunan. Tabel 4 menampilkan rekomendasi strategi aksi yang diberikan.

Tabel. 4.  
Rekomendasi Strategi Aksi

No	Potensi Penyebab Kegagalan (Cause of Failure)	RPN	Persentase menyebabkan lima jenis cacat	Recommendation Action
1	Sepatu sisir tenun kurang pas	648	13,76%	Monitoring penyetelan rangkaian sisir dilakukan berdasarkan jenis kontruksi kain sesuai dengan pesanan, monitoring ini dilakukan saat sebelum proses produksi dimulai. serta melakukan kegiatan <i>maintenance</i> secara teratur per periode untuk memastikan suku cadang dalam kondisi baik.
2	Permasalahan rangkaian <i>take up</i> dan <i>left off motion</i>	648	13,76%	Memastikan penyetelan sesuai dengan kontruksi kain yang akan diproduksi, serta memastikan keadaan roda gigi ratchet dalam kondisi baik dan putrannya sesuai dengan standar diagram pertenunan <i>shuttle</i> .
Total Kumulatif Persentase				27,48%

#### 4. Kesimpulan

Masalah penurunan kualitas produk dari hasil produksi kain grey di mesin tenun *shuttle* tipe RRC telah diidentifikasi

menggunakan metode FTA dan FMEA. Hasil identifikasi pertama kali menunjukkan lima jenis cacat yang dominan ditemui di produk-produk hasil produksi mesin *shuttle* sebesar 80% berdasarkan diagram pareto. Kelima jenis cacat tersebut

adalah pickbar, ambrol, sobek, cacat benang terputus di kain dan cacat anyaman kain loncat. Metode FTA juga berhasil mengidentifikasi 12 akar penyebab cacat yang digambarkan melalui *cut set*. *Cut set* yang berhasil diidentifikasi dilakukan penyeleksian lagi untuk mendapatkan penyebab cacat yang lebih spesifik melalui analisis minimum *cut set*. Dari 12 akar penyebab cacat kemudian dilakukan pembobotan berdasarkan kriteria *Risk Priority Number* (RPN) sebagai faktor prioritas yang menentukan besaran penyebab cacat. Hasil pembobotan RPN untuk setiap *cut set* minimal diklasifikasikan berdasarkan tingkat risiko yang ditimbulkan menggunakan konsep klasifikasi ABC pareto. Didapatkan 7 akar penyebab masalah yang masuk dalam klasifikasi A yaitu: sepatu sisir tenun kurang pas, permasalahan penyetulan rangkaian *take up* dan *left off motion*, permasalahan rangkaian *shedding* dan *tension motion*, permasalahan di rangkaian *picking motion*, debu atau kotoran yang menghambat gerak mesin serta jarum *detector* yang menusuk lade tenun.

Penelitian ini memberikan rekomendasi strategi sebagai penanggulangan dan pencegahan terhadap lima jenis cacat yang telah teridentifikasi melalui pencegahan dan penanggulangan dua penyebab yang mempunyai nilai RPN tertinggi dan memiliki persentase penyebab cacat mencapai 20%. Hal ini sesuai dengan prinsip pareto yaitu mengidentifikasi 80% akibat dari 20% penyebab sebagai kegagalan produksi. Maka rekomendasi yang diberikan pada dua penyebab kelima cacat tersebut, meliputi: rekomendasi untuk melakukan kegiatan monitoring penyetulan sisir tenun yang dilakukan berdasarkan jenis kontruksi kain dan material tenun, serta melakukan monitoring parameter proses sesaat dan sebelum proses produksi dimulai dan juga memastikan kegiatan perawatan dilakukan secara tertaur untuk setiap periode dan mengganti suku cadang mekanisme gerak sisir tenun untuk memastikan dalam kondisi baik selama proses produksi. Rekomendasi strategi aksi tersebut diberikan pada permasalahan sepatu sisir tenun yang kurang pas.






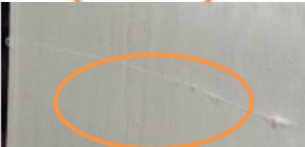

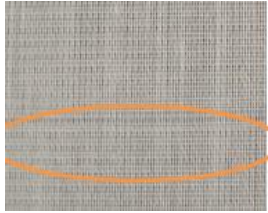
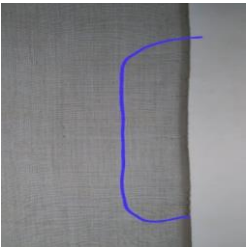
Rekomendasi aksi pada permasalahan rangkaian *take up* and *let of motion* pun diberikan sebagai berikut. Memonitoring penyetulan gerak ulur dan tarik kain dan benang di mesin tenun telah sesuai dengan kontruksi kain yang akan diproduksi, serta memastikan keadaan roda gigi ratchet dalam kondisi baik dan putarannya sesuai dengan standar diagram pertenunan *shuttel RRC*.

## Referensi

- [1] M. Damaindra and C. A. Sidhi, "Peningkatan Kualitas Produk pada Mesin Produksi Nonwoven Spunbond dengan Menggunakan Metode Seven Tools dan FMEA," *Spektrum Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 121–255, 2017.
- [2] T. P. Matondang and M. M. Ulkhaq, "Aplikasi Seven Tools untuk Mengurangi Cacat Produk White Body pada Mesin Roller," *J. Sist. dan Manaj. Ind.*, vol. 2, no. 2, p. 59, 2018, doi: 10.30656/jsmi.v2i2.681.
- [3] A. Muhazir, Z. Sinaga, and A. A. Yusanto, "Analisis Penurunan Defect Pada Proses Manufaktur Komponen Kendaraan Bermotor Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea)," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 66–77, 2020, doi: 10.52447/jktm.v5i2.2955.
- [4] T. Ferdiana and I. Priadythama, "Analisis Defect Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (GFS) PT. GMF AEROASIA," *Pros. Semin. Nas. Ind. Eng. Conf. 2016*, 2016.
- [5] N. Ardiansyah and H. C. Wahyuni, "Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analysis (FTA) Di Exotic UKM Intako," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 2, no. 2, pp. 58–63, 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i2.2200.
- [6] R. Fadli, J. Jufrizel, and W. P. Hastuti, "Analisa Sistem Instrumentasi dan Keandalan Boiler dengan Metode Fault Tree ANALYSIS (FTA) dan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)," *El Sains J. Elektro*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.30996/elsains.v2i2.4768.
- [7] M. Rinoza, Junaidi, F. Ahmad, and Kurniawan, "Analisa RPN (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresordouble Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT. XYZ," *Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 34–40, 2021.
- [8] A. Lestari and N. A. Mahbubah, "Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3254.
- [9] E. Krisnaningsih, P. Gautama, and M. F. K. Syams, "Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode FTA dan FMEA," *InTent*, vol. 4, no. 1, pp. 41–54, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/1401>
- [10] M. Shafiee, E. Enjema, and A. Koliou, "An integrated FTA-FMEA model for risk analysis of engineering systems: A case study of subsea blowout preventers," *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 6, 2019, doi: 10.3390/app9061192.
- [11] N. G. Mutlu and S. Altuntaş, "Hazard and risk analysis for ring spinning yarn production process by integrated fta-fmea approach," *Tekst. ve Konfeksiyon*, vol. 29, no. 3, pp. 208–218, 2020, doi: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.482167.
- [12] A. Dongan and A. Desrianty, "Upaya Usulan Perbaikan Terhadap Air Minum Dalam Kemasan (19 Liter) dengan pendekatan Failure Mode and Effect Analysis ( FMEA ) dan VALUE ENGINEERING," *Online Institus Teknol. Nas.*, vol. 4, no. 01, pp. 170–181, 2016.
- [13] A. zainal Muttaqin and Y. adi Kusuma, "Analisis Failure Mode And Effect Analysis Proyek X di Kota Madiun," *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 81–96, 2018, doi: 10.4271/770740.
- [14] ni luh putu Hariastuti, "Analisis Pengendalian Mutu Produk Guna Meminimalisasi Produk Cacat," in *Seminar Nasional IENACO*, 2015, no. 3, pp. 163–171.



**Lampiran**

Nama Cacat	Gambar Cacat	Nama Cacat	Gambar Cacat
Pickbar		Kain Pecah	
Ambrol		Kain kotor Karena Oli	
Sobek		Anyaman Menyilang	
Benang terputus diujung		Anyaman Belang	
Anyaman Loncat		Cacat Kain Pakan Tak Sampai	