

# PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES PADDING PADA PRODUKSI COTTON CARDED 24S DI PT XYZ DENGAN PENDEKATAN DMAI

## DESIGN OF PROPOSED PADDING PROCESS IMPROVEMENT ON COTTON CARDED 24S PRODUCTION AT PT XYZ WITH DMAI APPROACH

Rizky Ibnu Abi Cahyono<sup>1</sup>, Marina Yustiana Lubis<sup>2</sup>, Yunita Nugrahaini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>rizkyibnuu@telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>marinayustianalubis@telkomuniveristy.co.id, <sup>3</sup>

yunitanugrahainis@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang menyediakan jasa pewarnaan produk tekstil. Jenis kain yang paling banyak diproduksi adalah cotton carded 24s. Berdasarkan data produksi, cacat yang dihasilkan melebihi batas toleransi yang ditetapkan yaitu 2% dalam beberapa periode tertentu. Hal ini disebabkan kinerja proses yang belum mampu memenuhi standar proses sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai spesifikasi. Salah satu tahapan proses yang bermasalah adalah proses *padding* yaitu proses pemberian tekstur pada kain. *Padding* menghasilkan 5 dari 8 jenis cacat keseluruhan proses yang muncul secara berulang dalam kurun 30 bulan produksi. Oleh karena itu, tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab variasi proses pada tahapan *padding* dan merancang usulan yang dapat mereduksi atau mengeliminasi penyebab variasi proses menggunakan six sigma dengan pendekatan DMAI. Pada fase *define* dilakukan identifikasi spesifikasi (CTQ) proses dan produk, alur proses produksi, data hasil produksi. Identifikasi data hasil produksi digunakan pada fase *measure* untuk mengukur kinerja proses dengan menghitung kapabilitas dan stabilitas proses. Pada fase *analyze* dilakukan analisis penyebab permasalahan dengan menggunakan diagram *fishbone* dan analisis 5 whys dan melihat prioritas tindakan perbaikan dengan menggunakan analisis FMEA. Pada fase tindakan perbaikan dirancang, sehingga dihasilkan usulan pengadaan durometer, visual display prosedur pengukuran menggunakan durometer, dan sistem *monitoring* tekanan udara.

Kata kunci: Tekstil, *Padding*, CTQ, Six Sigma, DMAI

### Abstract

PT XYZ is a company that provides coloring textile products services. The most produced fabric is cotton carded 24s. Based on production data, the resulting defective exceeds the limit of 2% in certain periods. This is due to the process performance that has not been able to meet the process standards. *Padding* process which is the process of giving texture to the fabric that has involved for 5 out of 8 defect types that appear recurring within 30 production months. This final task aims to determine the factors and design improvement action that can reduce process variation using six sigma with the DMAI approach. In the *define* phase, identification of specifications (CTQ) of processes and products, production process flow, production data is carried out. Identification of production data is used in the *measure* phase to measure process performance by calculating process capabilities and stability. In the *analyze* phase, analysis of the cause of the problem is conducted using fishbone diagrams and 5 whys analysis and see the priority of corrective action using FMEA analysis. In the *improve* phase the corrective action is designed, which are procurement of durometers, visual display measurement procedures using durometers, and air pressure monitoring systems.

Keywords: Textile, *Padding*, CTQ, Six Sigma, DMAI

### 1. Pendahuluan

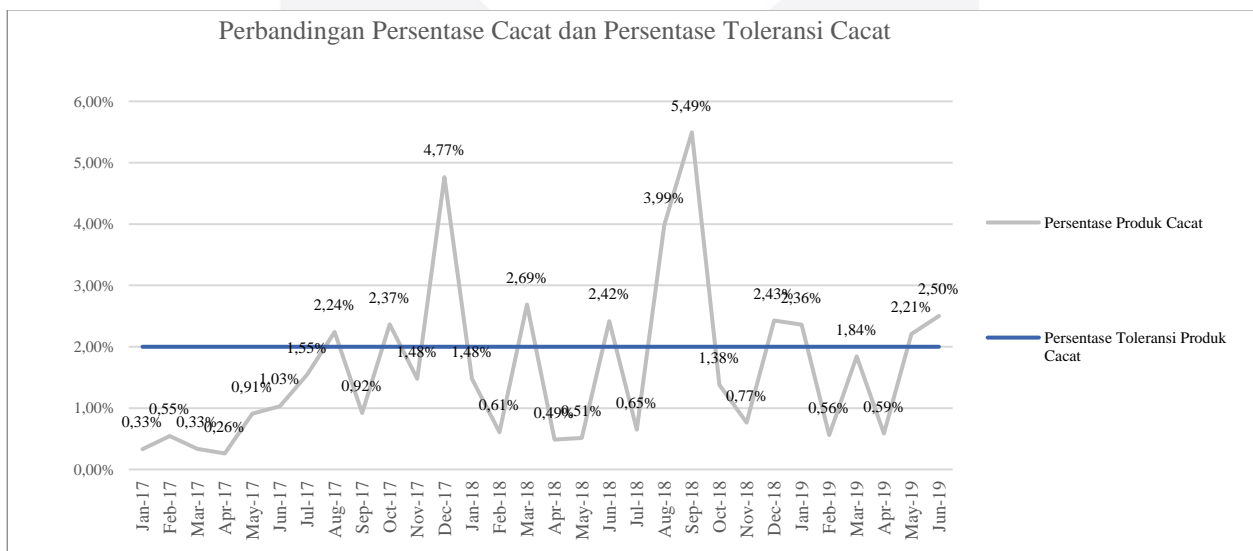
Kualitas adalah kesesuaian dengan persyaratan atau spesifikasi. Kualitas suatu produk atau layanan adalah kesesuaian produk atau layanan tersebut untuk memenuhi atau melampaui tujuan penggunaannya sesuai kebutuhan pelanggan (Mitra, 2016, p.8). Produk yang berkualitas dapat dihasilkan melalui karakteristik kinerja proses atau produk yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan [1]. Sangat penting bagi setiap perusahaan untuk menjaga kualitas disetiap tahapan proses menghasilkan produk berkualitas [2].

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) yang menyediakan jasa untuk melakukan pencelupan (*dyeing*) untuk pewarnaan produk-produk tekstil. Cotton carded 24s merupakan jenis kain yang paling banyak diproduksi oleh PT XYZ. PT XYZ menetapkan *critical to quality* (CTQ) produk cotton carded 24s sebagai berikut:

Tabel I. 1 CTQ Produk Cotton Carded 24s

No	CTQ	Keterangan
1	Ukuran kain sesuai dengan PO	Berat untuk kain adalah $165 \text{ gram/m}^2 \pm 10 \text{ gram/m}^2$ dan $215 \text{ gram/m}^2 \pm 15 \text{ gram/m}^2$ Lebar kain adalah $81,28 \text{ cm} \pm 2,54 \text{ cm}$ , $86,36 \text{ cm} \pm 2,54 \text{ cm}$ , $91,44 \text{ cm} \pm 2,54 \text{ cm}$ , $96,52 \text{ cm} \pm 2,54 \text{ cm}$
2	Warna seluruh permukaan kain merata	Seluruh permukaan kain hasil celupan tidak belang dan memiliki kode warna yang sesuai dengan kode warna PO
3	Kandungan kadar warna pada kain sesuai dengan standar	Perbedaan kandungan kadar warna antara kain hasil celupan dengan kode warna PO maksimal 5% berdasarkan tabel warna standar perusahaan
4	Permukaan kain rata	Permukaan kain tidak terdapat garis, kusut ataupun bolong
5	Tekstur kain sesuai PO	Kain hasil celupan memiliki tekstur <i>soft handfeel</i> untuk pesanan kain yang lembut Kain hasil celupan memiliki tekstur <i>hard handfeel</i> untuk pesanan kain yang kaku
6	Toleransi penyusutan kain sesuai dengan standar	Kain yang akan di <i>export</i> adalah $0,5\% \pm 0,1\%$ dari ukuran kain. Kain yang akan dijual pasar lokal $1,25\% \pm 0,75\%$ dari ukuran kain.

Jika terdapat CTQ produk yang tidak terpenuhi, maka produk tersebut dapat dikatakan produk cacat. Berdasarkan data produksi, dalam kurun 30 bulan dari Januari 2017 hingga Juni 2019 terdapat beberapa bulan produksi yang memiliki kuantitas cacat melebihi batas yang ditetapkan yaitu 2%. Adapun grafik perbandingan cacat dan persentase toleransi cacat disetiap periode ditampilkan pada gambar I.1 seperti berikut:



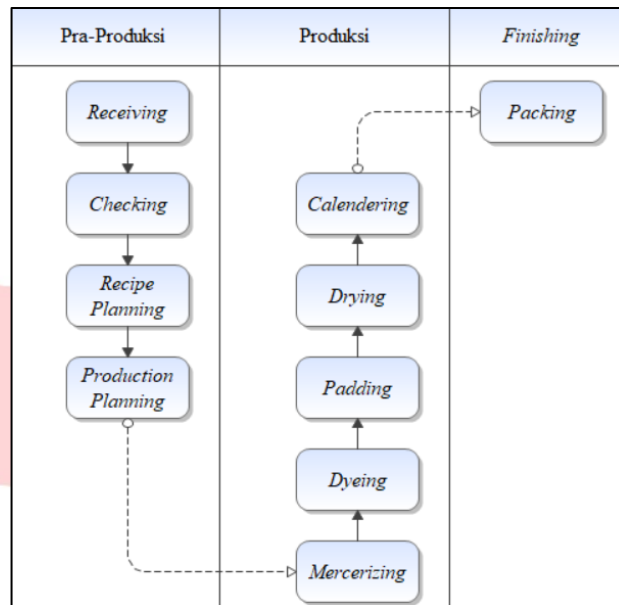
Gambar I. 1 Perbandingan Persentase Cacat dan Persentase Toleransi Cacat

Dalam menangani kemunculan cacat, upaya yang dilakukan perusahaan adalah melakukan *rework* terhadap produk cacat. Kemunculan cacat pada proses produksi dapat diklasifikasikan kedalam 8 (delapan) jenis seperti yang disajikan dalam tabel I.1 berikut:

Tabel I. 2 Jenis Cacat Proses Produksi Cotton Carded 24S

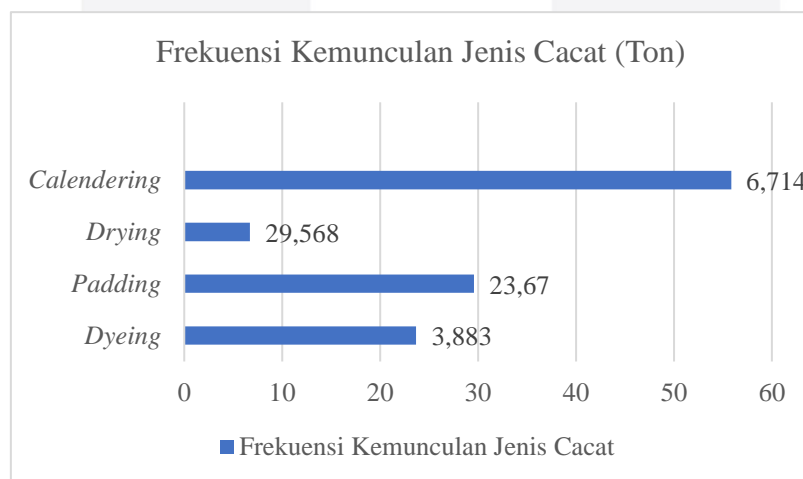
Jenis Cacat	Deskripsi Cacat	Nomor CTQ Produk yang tidak terpenuhi
Kain Belang	Warna kain tidak merata	2
Kain Bergaris	Terdapat garis permanen pada permukaan kain	4
Kain Bolong	Terdapat lubang pada permukaan kain	4
Ukuran Kain Tidak Sesuai	Ukuran kain tidak sesuai dengan dokumen <i>purchase order</i>	1
Gramasi Tidak Sesuai	Berat kain tidak sesuai dengan dokumen <i>purchase order</i>	1
<i>Handfeel</i> Tidak Sesuai	Tekstur kain tidak sesuai dengan dokumen <i>purchase order</i>	5
Warna Tidak Sesuai	Memiliki perbedaan kandungan kadar warna antara kain hasil celupan dengan kode warna PO melebihi standar	3
Shrinkage Miring	Peyusutan kain melebihi <i>patron</i> (kertas model)	

Dalam memproduksi *cotton carded 24s* terdapat 10 tahapan proses yang dipaparkan pada gambar berikut:



Gambar I. 2 Alur Proses Produksi Cotton Carded 24s

Setiap tahapan proses produksi *cotton carded* 24s memiliki spesifikasi atau CTQ proses yang harus dipenuhi. Ketika CTQ pada tahapan proses tidak dipenuhi, maka dapat diidentifikasi kemungkinan jenis cacat yang terjadi pada tahapan proses tersebut. Berdasarkan hal tersebut berikut merupakan frekuensi kemunculan cacat dalam setiap tahapan proses:



Gambar I. 3 Grafik Frekuensi Kemunculan Cacat

Tugas akhir ini akan bertujuan untuk memperbaiki proses *padding*. Hal ini dikarenakan proses *padding* merupakan salah satu proses dengan kemunculan cacat tertinggi yaitu sebanyak 29,568 ton. Selain itu, pada proses *padding* terdapat kemunculan 5 jenis cacat produk diantaranya adalah warna tidak sesuai, kain bolong, gramasi tidak sesuai, kain bergaris, handfeel tidak sesuai. Kemunculan 5 jenis cacat tersebut terjadi secara berulang dalam kurun 30 bulan produksi. Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, tugas akhir akan melakukan pembahasan yang berjudul **“PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PADA PROSES PADDING PADA PRODUKSI COTTON CARDED 24S DI PT XYZ DENGAN PENDEKATAN DMAI”**.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

### 2.1 Kualitas

Kualitas suatu produk atau layanan adalah kesesuaian produk atau layanan tersebut untuk memenuhi atau melampaui tujuan penggunaannya sebagaimana yang dipersyaratkan oleh pelanggan [3].

### 2.2 Six Sigma

*Six Sigma* bertujuan untuk mengurangi variasi proses hingga ukuran 6 sigma dari proses utama [4].

### 2.3 DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

Six Sigma menggunakan metodologi DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) untuk mengatasi masalah yang terkait dengan proses yang ada. DMAIC adalah proses berulang yang memberikan struktur dan panduan untuk meningkatkan proses dengan setiap tahapan seperti berikut [4]:

### 2.3.1 Define

Tujuan dari tahap *define* adalah untuk menentukan ruang lingkup proyek dan mendapatkan informasi latar belakang tentang proses di mana masalahnya berada [4]. Alat yang digunakan dalam fase *define* yaitu:

#### 2.3.1.1 CTQ (*Critical To Quality*)

CTQ bertujuan untuk memahami kriteria keberhasilan dari suatu proses [5].

#### 2.3.1.2 Diagram SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*)

Diagram SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*) merupakan diagram yang menggambarkan elemen yang masuk dan meninggalkan suatu proses [6].

### 2.3.2 Measure

Tujuan dari tahap *measure* adalah untuk mengukur masalah dengan mengumpulkan informasi tentang kondisi eksisting organisasi [4]. Alat yang dapat digunakan dalam tahap *measure* yaitu:

#### 2.3.2.1 Peta Kendali-P

Peta kendali-P metode statistik yang mengendalikan variabilitas *output* sebuah proses agar tetap berada dalam batas yang ditentukan berdasarkan kebutuhan kinerja dan kualitas [1].

#### 2.3.2.2 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik proses ini memenuhi spesifikasi [4].

### 2.3.3 Analyze

Tujuan dari fase *analyze* adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan [4]. Alat yang dapat digunakan dalam tahap *analyze* yaitu:

#### 2.3.3.1 Diagram Fishbone

Diagram tulang ikan (*fishbone*) atau juga dikenal sebagai diagram sebab-akibat, adalah metode grafis yang dapat digunakan untuk menganalisis akar penyebab masalah [4].

#### 2.3.3.2 Analisis 5 Why's

Analisis 5 *Why's* adalah alat yang digunakan untuk melakukan analisis akar penyebab permasalahan [4]. 5 *Why's* menyatakan bahwa seseorang dapat bertanya "mengapa" lima kali untuk sampai ke akar penyebab masalah.

#### 2.3.3.3 FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)

FMEA digunakan untuk memprioritaskan tindakan yang perlu diambil [5].

### 2.3.4 Improve

Tujuan dari fase *Improve* adalah untuk mengembangkan, mencoba, dan menerapkan solusi yang mengatasi akar permasalahan [4].

### 2.3.5 Control

Tujuan dari fase *Control* adalah untuk mengontrol seluruh aspek implementasi dari solusi yang diusulkan [4].

## 2.4 Analisis 5W+1H

Analisis 5W+1H merupakan analisis pemecahan masalah yang berisi enam pertanyaan dan ditemukan oleh Rudyard Kipling [7].

## 2.5 Jidoka

Jidoka adalah upaya untuk memiliki mesin yang bekerja tanpa membutuhkan pemantauan manusia langsung secara terus menerus, dan akan memberi peringatan ketika ada masalah [8].

## 2.6 Kekerasan Material

Kekerasan merupakan ukuran ketahanan material terhadap deformasi [9].

### 2.6.1 Durometer

Teknik pengujian kekerasan yang sering digunakan salah satunya adalah durometer. ASTM D2240-97 menyatakan bahwa pengukuran kekerasan menggunakan durometer dilakukan dengan menilai ketahanan material terhadap penekan yang berasal dari indenter komponen durometer [10].

## 2.7 Visual Display

*Visual display* adalah media yang dirancang untuk menyampaikan informasi yang ditangkap oleh indra penglihatan manusia [11].

## 2.8 PLC

*Programmable Logic Controller (PLC)* merupakan pengontrol berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi lalu mengimplementasikan fungsi seperti logika, urutan, waktu, penghitungan, dan aritmatika untuk mengontrol mesin dan proses berdasarkan instruksi yang telah disimpan [12].

### 2.8.1 Ladder Diagram

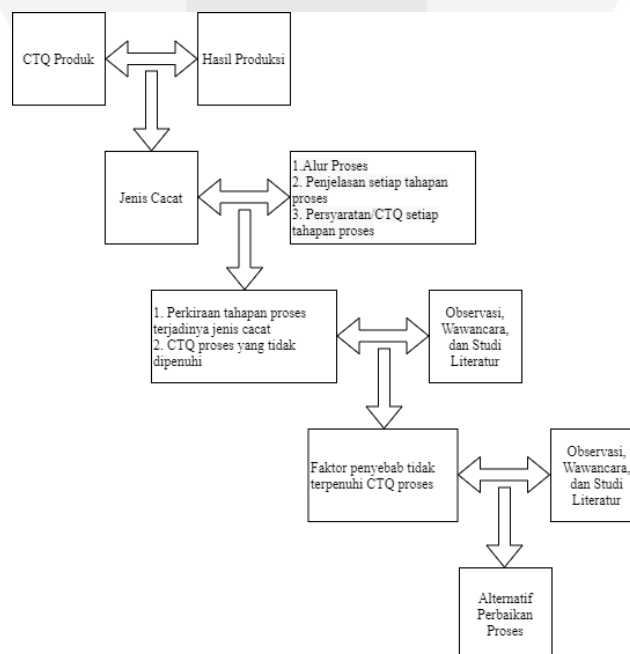
Metode pemrograman PLC yang paling sering digunakan adalah *ladder diagram*. *Ladder diagram* terdiri dari dua garis vertikal yang mewakili rel listrik dan garis horizontal yang diistilahkan sebagai *rung* untuk melambangkan sirkuit terhubung [12].

## 2.9 Padding

*Padding* merupakan metode yang pada umumnya digunakan untuk melapisi kain. Proses *padding* bertujuan untuk melapisi kain dengan larutan atau bahan kimia secara merata pada permukaan kain [13].

## 2.10 Model Konseptual

Model konseptual juga menggambarkan keterkaitan antar variabel dalam proses penelitian. Berikut merupakan model konseptual dalam penelitian di PT XYZ pada proses *padding*:



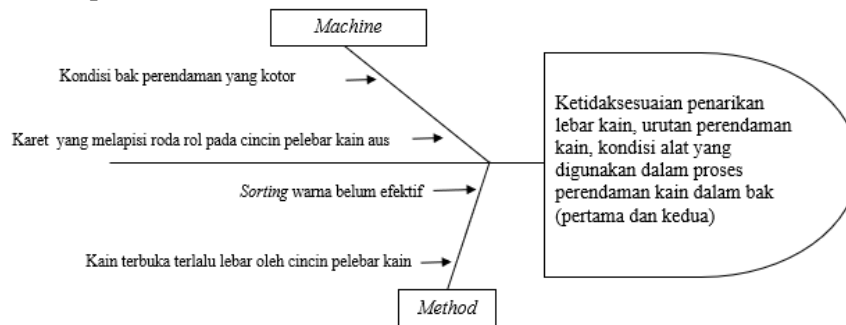
Gambar II. 1 Model Konseptual

## 2.11 Sistematika Pemecahan Masalah

1. Tahap Pendahuluan  
Tahap pendahuluan terdiri dari fase *define*. Tahap pendahuluan bertujuan untuk melakukan studi observasi dan studi literatur terkait proses produksi.
2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data  
Tahap pengumpulan dan pengolahan data merupakan tahapan dimana seluruh informasi mengenai data yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan dalam tugas akhir dikumpulkan dan diolah untuk menghasilkan usulan perbaikan. Tahap ini terdiri dari fase *define*, *measure*, dan *analyze*. Peneliti juga mengikuti pelatihan agar penggunaan metode analisis dapat dilakukan dengan tepat dan akurat.
3. Tahap Perancangan dan Analisis Hasil Rancangan  
Tahap ini akan merancang usulan perbaikan berdasarkan penyebab permasalahan yang sudah diidentifikasi pada tahap pengumpulan dan pengolahan data. Tindakan perbaikan yang diusulkan ditunjukkan kepada pihak perusahaan dan dosen pembimbing untuk memastikan ketepatan tindakan. Berikutnya, rancangan akan dianalisis untuk mengetahui kelebihan serta kekerungannya jika diimplementasikan. Tahap ini terdiri dari fase *improve*.
4. Tahap Kesimpulan dan Saran  
Tahap kesimpulan dan saran data merupakan tahapan dimana hasil dari penelitian disimpulkan dan saran diberikan bagi perusahaan dan peneliti berikutnya.

### 3. Pembahasan

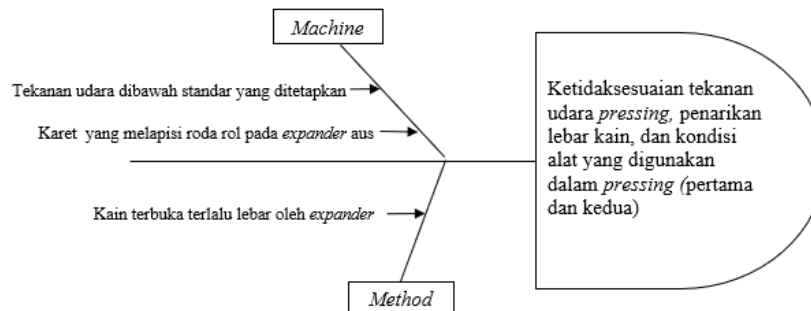
#### 3.1 Analisis Proses Tahapan Melakukan Perendaman Kain dalam Bak (Pertama dan Kedua)



Gambar III. 1 Diagram *Fishbone* Proses Tahapan Melakukan Perendaman Kain dalam Bak (Pertama dan Kedua)

Permasalahan yang muncul pada proses perendaman adalah ketidaksesuaian penarikan lebar kain, urutan perendaman kain, kondisi alat yang digunakan dalam proses perendaman kain. Setelah melakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* didapatkan faktor permasalahan terbagi dalam dua kategori yaitu *machine* dan *method*. Pada faktor *machine* diidentifikasi bahwa permasalahan disebabkan oleh kondisi bak yang kotor dan karet yang melapisi roda rol pada cincin pelebar kain aus. Pada faktor *method* teridentifikasi bahwa permasalahan disebabkan oleh *sorting* warna belum efektif dan kain terbuka terlalu lebar oleh cincin pelebar kain.

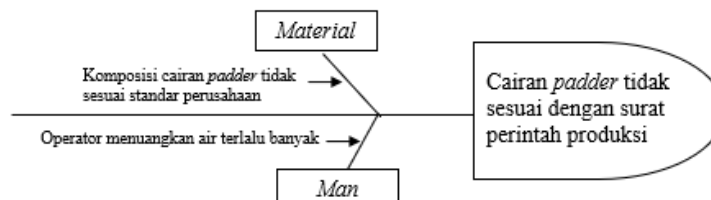
#### 3.2 Analisis Proses Tahapan Melakukan *Pressing* menggunakan *Roll Padder* (Pertama dan Kedua)



Gambar III. 2 Diagram *Fishbone* Proses Tahapan Tahapan Melakukan *Pressing* menggunakan *Roll Padder* (Pertama dan Kedua)

Permasalahan yang muncul pada proses perendaman adalah ketidaksesuaian penarikan lebar kain, urutan perendaman kain, kondisi alat yang digunakan dalam proses perendaman kain. Setelah melakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* didapatkan faktor permasalahan terbagi dalam dua kategori yaitu *machine* dan *method*. Pada faktor *machine* diidentifikasi bahwa permasalahan disebabkan oleh tekanan udara dibawah standar yang ditetapkan dan karet yang melapisi roda rol pada *expander* aus. Sedangkan dalam faktor *method* adalah kain terbuka terlalu lebar oleh *expander*.

#### 3.3 Analisis Proses Tahapan Melakukan Peracikan Cairan *Padder*



Gambar III. 3 Diagram *Fishbone* Tahapan Melakukan Peracikan Cairan *Padder*

Permasalahan yang muncul pada proses peracikan adalah cairan *padder* tidak sesuai dengan surat perintah produksi. Setelah melakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* didapatkan faktor permasalahan terbagi dalam dua kategori yaitu *material* dan *man*. Faktor *material* meliputi komposisi cairan *padder* tidak sesuai sedangkan faktor *man* disebabkan operator yang menuangkan air terlalu banyak.

#### 3.4 Analisis FMEA

Setelah penyebab permasalahan yang telah teridentifikasi, pada sub bab ini permasalahan yang ada akan diurutkan menggunakan FMEA berdasarkan kriteria penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Analisis FMEA akan menampilkan prioritas tindakan perbaikan terhadap permasalahan yang ada melalui nilai RPN yang didapatkan dari perkalian nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Tugas akhir ini akan memberikan tindakan perbaikan terhadap

mode kegagalan dengan 3 nilai RPN tertinggi. Berikut merupakan hasil analisis FMEA yang terpilih untuk dilakukan tindakan perbaikan:

Tabel III. 1 Analisis FMEA dan Usulan Perbaikan

Proses	Faktor	Mode Kegagalan	Akibat Kegagalan	RPN
Perendaman kain di bak (pertama dan kedua)	<i>Machine</i>	Karet yang melapisi roda rol pada cincin pelebar kain aus	Kain terhimpit dengan besi yang seharusnya dilapisi karet, sehingga besi tersebut membuat kain bolong	448
<i>Pressing</i> menggunakan roll padder (pertama dan kedua)	<i>Machine</i>	Tekanan udara dibawah standar yang ditetapkan	Kain memiliki kandungan air yang lebih banyak/sedikit dan tidak sesuai standar sehingga memengaruhi berat kain dan kemampuan kain dalam menyerap cairan sehingga menimbulkan gramasi tidak sesuai dan <i>handfeel</i> tidak sesuai	441
		Karet yang melapisi roda rol pada <i>expander</i> aus	Kain terhimpit dengan besi yang seharusnya dilapisi karet, sehingga besi tersebut membuat kain bolong	448

### 3.5 Perancangan Sistem Terintegrasi

Berdasarkan permasalahan yang terpilih dari hasil analisis FMEA, pada sub bab ini akan dilakukan perancangan perbaikan untuk permasalahan tersebut. Perbaikan yang akan diberikan untuk mengatasi permasalahan yang ada akan berintegrasi dengan aspek-aspek yang berkaitan dengan proses seperti manusia, bahan baku, fasilitas/ peralatan/ mesin, informasi, dan energi seperti berikut:

Tabel III. 2 Perancangan Sistem Terintegrasi

Proses bermasalah	Penyebab permasalahan	Usulan Perbaikan	Elemen Integrasi	Keterangan
Proses perendaman kain dalam bak (pertama dan kedua)	Tidak ada panduan atau alat bantu dalam memeriksa kondisi karet roda rol yang melapisi <i>expander</i> (proses <i>pressing</i> ) dan karet cincin pelebar kain (proses perendaman)	Pengadaan durometer dalam proses pemeriksaan karet roda rol	Manusia dan peralatan	Durometer merupakan alat yang dapat membantu pekerjaan operator dalam melakukan pemeriksaan karet roda rol
Proses <i>pressing</i> menggunakan roll padder (pertama dan kedua)		Pembuatan <i>visual display</i> prosedur pengukuran menggunakan durometer	Manusia dan informasi	<i>Visual display</i> dapat berfungsi sebagai dokumen yang memberikan informasi terhadap operator penggunaan durometer dalam mengukur kekerasan karet

### 4. Kesimpulan

Tahapan yang bermasalah pada tahapan *padding* adalah proses perendaman kain di bak (pertama dan kedua) dan *pressing* menggunakan roll padder (pertama dan kedua). Permasalahan yang terjadi pada kedua proses tersebut disebabkan oleh faktor *machine*. Tindakan perbaikan yang diusulkan untuk ketiga proses tersebut adalah membuat sistem *monitoring* tekanan udara, pengadaan durometer dalam proses pemeriksaan karet roda rol, dan pembuatan *visual display* prosedur pengukuran menggunakan durometer.

### Referensi

- [1] Lanati, A. (2018). *Quality Management in Scientific Research: Challenging Irreproducibility of Scientific Results*. Springer.
- [2] Tetteh, E. G., & Uzochukwu, B. M. (2015). *Lean Six Sigma Approaches in Manufacturing, Services, and Production*. IGI Global.
- [3] Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement Fourth Edition*. Wiley.
- [4] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. V. (2016). *LEAN SIX SIGMA for SMALL and MEDIUM SIZED ENTERPRISES : A Practical Guide*. CRC Press.
- [5] Zhan, W., & Ding, X. (2016). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. New York: MOMENTUM PRESS ENGINEERING.
- [6] Carroll, C. T. (2013). *SIX SIGMA for Powerful Improvement*. Taylor & Francis Group, LLC.
- [7] Afianti, H. F., & Azwir, H. H. (2017). PENGENDALIAN PERSEDIAAN DAN PENJADWALAN PASOKANBAHAN BAKU IMPOR DENGAN METODE ABC ANALYSIS DI PT UNILEVER INDONESIA, CIKARANG, JAWA BARAT. *Jurnal IPTEK*.
- [8] Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *THE TOYOTA WAY FIELDBOOK A PRACTICAL GUIDE FOR IMPLEMENTING TOYOTA'S 4Ps*. McGraw-Hill.

- [9] Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2010). *MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING AN INTRODUCTION*. John Wiley.
- [10] Qi, H. J., Joyce, K., & Boyce, M. C. (2003). DUROMETER HARDNESS AND THE STRESS-STRAIN BEHAVIOR OF ELASTOMERIC MATERIALS.
- [11] Iridiastadi, H., & Yassierli. (2015). *ERGONOMI SUATU PENGANTAR*. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA.
- [12] Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers*. Elsevier.
- [13] Broadbent, A. D. (2001). *Basic Principles of Textile Coloration*.