

PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES *DYEING* PADA PRODUKSI *COTTON CARDED 24S* DI PT ABC BERDASARKAN PENDEKATAN DMAI

DESIGN ON PROPOSED IMPROVEMENT ON *DYEING* PROCESS OF *COTTON CARDED 24S* IN PT ABC BASED ON DMAI APPROACH

Yulia Wahyuni¹, Marina Yustiana Lubis², Yunita Nugrahaini³

^{1,2,3}Universitas Telkom, Bandung

¹yuliawahyu@student.telkomuniversity.ac.id, ²marinayustianalubis@telkomuniveristy.co.id,

³yunitanugrahainis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT ABC merupakan sebuah perusahaan tekstil pencelupan (*dyeing*). Salah satu jenis kain yang diproduksi adalah *cotton carded 24S*. Berdasarkan data produksi perusahaan periode Januari 2017 sampai Juni 2019 selalu ditemukan cacat. Proses *dyeing* dipilih menjadi fokus penelitian, karena pada proses ini menimbulkan cacat gramasi, cacat belang, dan cacat warna hampir pada setiap periode produksi. Penyusunan Tugas Akhir ini menggunakan metode *six sigma* dengan pendekatan DMAI. Pada tahap *define*, dilakukan identifikasi alur proses dan tahapan proses produksi serta persyaratan yang harus dipenuhi pada setiap tahapan proses. Pada tahap *measure*, dilakukan perhitungan kinerja proses dengan menghitung stabilitas proses dan kapabilitas proses. Pada tahap *analyze*, dilakukan analisis terkait akar penyebab masalah dengan menggunakan analisis *5 why's*, dan menentukan prioritas perbaikan menggunakan FMEA. Pada tahap *improve*, rancangan usulan perbaikan berupa perancangan lembar perawatan untuk memonitoring proses *maintenance* atau kalibrasi timbangan digital, rancangan *poka-yoke* pada proses pengobrasan, dan menerapkan metode *acceptance sampling* pada proses pemeriksaan batubara.

Kata kunci : *Cotton Carded 24S, Dyeing, Six Sigma, CTQ, DMAI*

Abstract

PT ABC is a textile dyeing company. One of products that is produced by the company is cotton carded 24S. Based on the company's production data in the period January 2017 to June 2019 defective are always found. The dyeing process was chosen to be the focus of the research, because in this process it is indicated there are three defects which is grammation, striped, and defects color almost every production period. The preparation of this final project uses the six sigma method with the DMAI approach. In the define stage, identification of the process flow and stages of the production process as well as the requirements that must be met at each stage of the process are carried out. In the measure stage, the process performance is calculated by calculating process stability and process capability. In the analyze stage, an analysis of the root causes of the problem is carried out using 5 why's analysis, and determining the priority of improvement using FMEA. In the improve stage, the proposed improvement design is in the form of a maintenance sheet design to monitor the maintenance process or calibration of digital scales, a poka-yoke design for the incubating process, and applying the acceptance sampling method to the coal inspection process.

Keywords: *Cotton Carded 24s, Dyeing, Six Sigma, CTQ, DMAI*

1. Pendahuluan

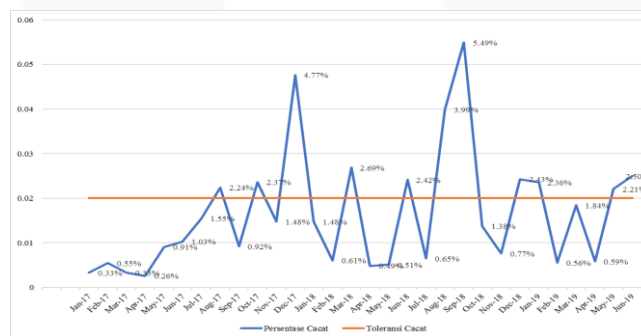
Produk yang berkualitas adalah produk yang memiliki kesesuaian dengan yang dipersyaratkan oleh pelanggan. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas, proses produksi harus berjalan sesuai dengan persyaratan proses sehingga dapat menghasilkan keluaran yang tepat [6].

PT. ABC adalah sebuah perusahaan pencelupan (*dyeing*). Untuk memenuhi permintaan pelanggan, perusahaan menerapkan sistem produksi *make-to-order* dengan spesialisasi seperti jenis kain, warna kain, tekstur (*handfeel*) kain, dan ukuran kain. Salah satu jenis kain yang diproduksi adalah *cotton carded 24s*.

Dalam memproduksi *cotton carded 24s*, perusahaan telah menetapkan CTQ produk yang disajikan pada tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. *Critical to Quality (CTQ) Produk Cotton Carded 24s*


| Nomor CTQ | Need | Critical To Quality |
|-----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Dimensi kain sesuai dengan spesifikasi | Panjang kain adalah 25 meter \pm 0,05 meter Lebar kain adalah 0,81 meter \pm 0,025 meter, 0,86 meter \pm 0,025 meter, 0,91 meter \pm 0,025 meter, 0,97 meter \pm 0,025 meter |
| 2 | Berat kain sesuai dengan spesifikasi | Berat kain adalah 165 gram/meter ² \pm 10 gram/meter ² dan 215 gram/meter ² \pm 15 gram/meter ² |
| 3 | Warna seluruh permukaan kain merata | Seluruh permukaan kain hasil celupan tidak belang dan memiliki kode warna yang sama dengan <i>color palette</i> |
| 4 | Kandungan kadar warna pada kain sesuai dengan standar | Jika terdapat perbedaan kandungan kadar warna, batas maksimal adalah 5% berdasarkan tabel kandungan warna standar yang dimiliki perusahaan |
| 5 | Permukaan kain rata | Jika terdapat bolong pada permukaan kain, batas maksimal adalah 0,5 sentimeter |
| 6 | Tekstur kain sesuai dengan spesifikasi | Tekstur <i>soft handfeel</i> memiliki permukaan kain yang halus saat diraba Tekstur <i>hard handfeel</i> memiliki permukaan kain yang kasar saat diraba |
| 7 | Toleransi penyusutan kain sesuai standar | Kain yang akan di ekspor adalah 0,5% \pm 0,1% dari ukuran kain. Kain yang akan dijual pasar lokal 1,25% \pm 0,75% dari ukuran kain. |





Gambar 1. Perbandingan Persentase Cacat Terhadap Batas Toleransi

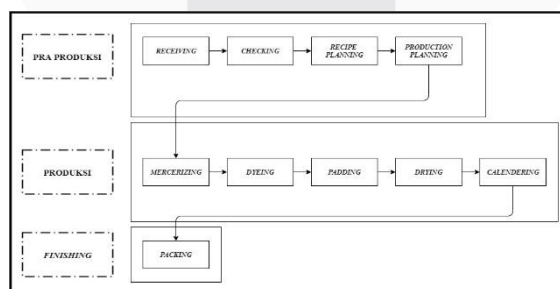
Berdasarkan gambar 1, selalu ditemukan cacat pada setiap realisasi produksi periode Januari 2017 sampai Juni 2019. Dalam 30 bulan periode produksi, terdapat 11 bulan yang memiliki persentase cacat melebihi batas toleransi yang ditetapkan perusahaan. Usaha yang telah dilakukan perusahaan untuk menangani cacat adalah melakukan *rework*, tanpa melakukan perbaikan proses. Terdapat 8 jenis cacat yang muncul, yang disajikan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Jenis Cacat pada Produksi *Cotton Carded 24s*

| Jenis Cacat | Deskripsi Cacat | Visualisasi Cacat | Mode Deteksi | Nomor CTQ Produk yang Tidak Terpenuhi |
|-------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Belang | Warna kain tidak merata |  | <i>Color palette</i> | 3 |

| | | | | |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|
| Bergaris | Terbentuknya garis permanen pada permukaan kain |  | Melihat dan meraba seluruh permukaan kain | 5 |
| Bolong | Terdapat lubang pada permukaan kain |  | Melihat seluruh permukaan kain | 5 |
| Ukuran | Ukuran kain tidak sesuai dengan spesifikasi |  | Meteran kain | 1 |
| Gramasi | Berat kain tidak sesuai dengan spesifikasi |  | Timbangan digital | 2 |
| Handfeel/Tekstur | Tekstur kain tidak sesuai spesifikasi | Tidak terdapat dokumentasi | Meraba sampel kain (satu meter) | 6 |
| Warna | Perbedaan kandungan kadar warna antara kain hasil celupan dengan tabel warna standar lebih dari 5% |  | Tabel kandungan warna | 4 |
| Shrinkage | Penyusutan kain melebihi dari <i>patroon</i> (kertas model) dalam ukuran tertentu |  | Meteran kain | 7 |

Gambar 2 dibawah ini merupakan alur proses produksi *cotton carded 24s*, sebagai berikut:

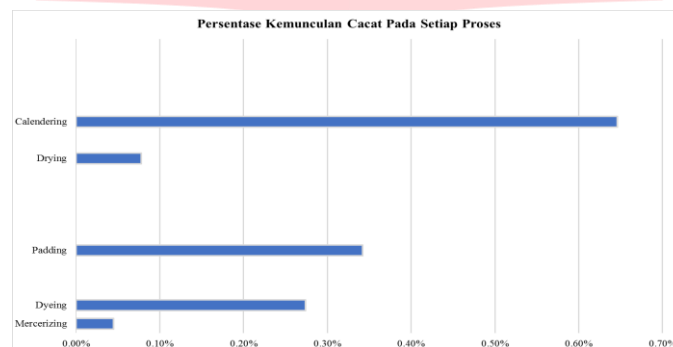


Gambar 2. Alur Proses Produksi *Cotton Carded 24s*

Berdasarkan gambar 2 diketahui bahwa proses produksi *cotton carded 24s* terdiri dari 10 proses. Setiap tahapan prosesnya memiliki persyaratan yang harus dipenuhi. Saat CTQ proses pada tahapan proses tidak terpenuhi, maka dapat diidentifikasi kemungkinan jenis cacat yang terjadi pada tahapan proses tersebut. Terdapat delapan jenis cacat yang muncul pada produksi *cotton carded 24s*. Tabel 3 merupakan hasil identifikasi jenis cacat yang terjadi pada proses produksi *cotton carded 24s*, sebagai berikut:

Tabel 3. Persentase Kemunculan Cacat Pada Setiap Proses

| Proses | Jenis Cacat yang Terjadi | Persentase Cacat (%) | Toleransi Cacat (%) |
|--------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Mercerizing</i> | Gramasi | 0.04% | 2% |
| <i>Dyeing</i> | Gramasi | 0.06% | |
| | Belang | 0.14% | |
| | Warna | 0.07% | |
| <i>Padding</i> | Warna | 0.03% | |
| | Bolong | 0.02% | |
| | Gramasi | 0.12% | |
| | Bergaris | 0.08% | |
| | <i>Handfeel/Tekstur</i> | 0.09% | |
| <i>Drying</i> | Gramasi | 0.04% | |
| | Warna | 0.03% | |
| <i>Calendering</i> | Gramasi | 0.33% | |
| | Ukuran | 0.16% | |
| | Bolong | 0.02% | |
| | <i>Shringkage</i> | 0.08% | |
| | <i>Handfeel / Tekstur</i> | 0.06% | |



Gambar 3. Persentase Kemunculan Cacat Pada Setiap Proses

Untuk mengukur kinerja proses perusahaan saat ini dilakukan dengan menghitung kapabilitas proses untuk mengetahui level sigma. Didapatkan rata-rata level sigma sebesar 4,415 *sigma*. Pada penyusunan tugas akhir ini penyelesaian masalah akan berfokus pada perbaikan proses *dyeing* karena terdapat kemunculan cacat gramasi, cacat belang, dan cacat warna yang hampir muncul pada setiap periode produksi. Tujuan penyusunan tugas akhir ini yaitu mengidentifikasi faktor yang menyebabkan kemunculan cacat gramasi, cacat belang, dan cacat warna pada proses *dyeing* dan memberikan rancangan usulan perbaikan terhadap faktor penyebab permasalahan. Berdasarkan uraian permasalahan di atas maka penulis akan melakukan penyusunan tugas akhir yang berjudul **“PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES *DYEING* PADA PRODUKSI *COTTON CARDED 24s* DI PT ABC BERDASARKAN PENDEKATAN DMAI”**.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Kualitas

Kualitas adalah kesesuaian suatu produk atau layanan untuk memenuhi tujuan penggunaan sebagaimana yang dipersyaratkan oleh pelanggan [6]. Terdapat delapan dimensi kualitas yaitu *performance*, *reliability*, *durability*, *serviceability*, *aesthetics*, *features*, *perceived quality*, dan *conformance to standards* [7].

2.2 Six Sigma

Six Sigma adalah sebuah *tools* yang dapat digunakan untuk perbaikan proses dan kontrol kualitas. Pengendalian kualitas dalam *six sigma*, secara umum berfokus pada pengurangan variasi dan cacat dalam kinerja suatu produk atau proses [8].

2.3 Metrics of Six Sigma

Metrik merupakan alat ukur atau indikator karakter tertentu yang dapat dihitung berdasarkan data yang dikumpulkan dari proses. Terdapat beberapa indikator yang digunakan dalam metode *six sigma* yaitu *Defects per Million Opportunities* (DPMO), *Sigma quality level* [2].

2.4 DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control)

DMAIC dapat digunakan sebagai alat untuk memecahkan masalah dengan mengukur kinerja saat ini, menganalisis akar penyebab masalah, menguji rekomendasi perbaikan, dan menerapkan perubahan untuk keberlanjutan dalam jangka panjang [2].

2.5 SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer)

SIPOC adalah alat perbaikan proses yang berisi ringkasan dari *input* dan *output* dari satu atau lebih proses dalam bentuk tabel dan dapat digunakan sebagai alat untuk mendokumentasikan proses bisnis dari awal hingga akhir pada tahap *define* [2].

2.6 CTQ (Critical to Quality) Produk

Karakteristik CTQ dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sehingga kepuasan pelanggan merupakan faktor utama dalam pengembangan parameter CTQ [4].

2.7 Process Capability Analysis

Process capability analysis merupakan *tools* yang digunakan untuk menghitung besarnya kemampuan kinerja proses [6]. Jika hasil perhitungan rasio kapabilitas proses lebih besar dari 1, mendefinisikan bahwa proses tersebut mampu memenuhi kebutuhan pelanggan [3].

2.8 Analisis 5 Why's

Cara mengungkapkan permasalahan menggunakan analisis *5 why's* yaitu dengan menyatakan bahwa seseorang dapat bertanya "mengapa" lima kali untuk sampai ke akar penyebab suatu masalah [2].

2.9 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA adalah alat yang efektif yang berfungsi untuk penilaian risiko [8]. Tujuan FMEA adalah untuk mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi kegagalan, dimulai dengan yang prioritas tertinggi [2].

2.10 Checklist

Daftar periksa *preventive maintenance* harus berisi tugas dan jadwal yang tepat sesuai dengan kebutuhan peralatan serta data riwayat kegagalan [1]

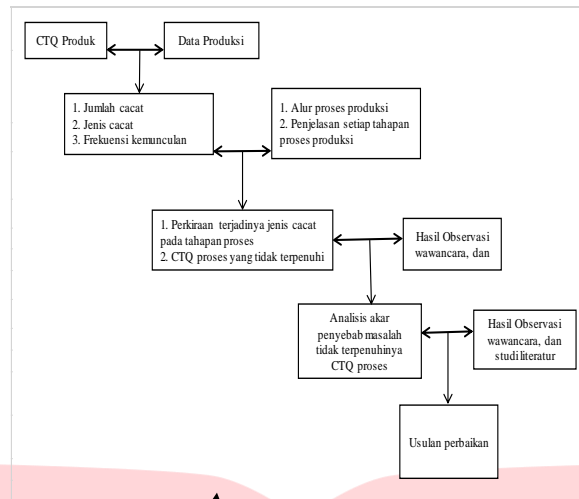
2.11 Poka-Yoke

Tujuan *poka-yoke* adalah untuk menghilangkan cacat produk dengan pencegahan, perbaikan dan koreksi kesalahan manusia [2]

2.12 Acceptance Sampling

Acceptance sampling atau sampling penerimaan berkaitan dengan inspeksi dan keputusan dalam menerima atau menolak produk (Montgomery, 2013, p. 650). Sampling penerimaan dapat dilakukan pada proses inspeksi bahan baku, komponen, dan rakitan yang masuk, berbagai fase operasi dalam proses, atau selama inspeksi produk atau layanan akhir [7]

2.16 Model Konseptual



Gambar 4. Model Konseptual

2.17 Sistematika Penyelesaian Masalah

1. Tahap Pendahuluan
Tahap pendahuluan adalah tahap awal dalam melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait penelitian yang akan dilakukan. Tahap pendahuluan termasuk pada tahapan *define*.
2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data
Tahap pengumpulan dan pengolahan data merupakan tahap untuk memperoleh informasi terkait segala data yang dibutuhkan kemudian mengolahnya untuk mencapai tujuan penelitian.
3. Tahap Perancangan dan Analisis
Tahap perancangan dan analisis adalah tahap dalam melakukan perancangan usulan perbaikan pada proses yang bermasalah dan dilakukan analisis terkait dampak dari implementasi rancangan usulan perbaikan terhadap kinerja proses.
4. Tahap Kesimpulan dan Saran
Pada tahap ini dilakukan kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian.

3. Pembahasan

3.1 Analisis Penyebab Masalah Cacat Gramasi

Tabel 4. Analisis 5 Why's Cacat Gramasi

| Permasalahan | Faktor | Penyebab | Why 1 | Why 2 | Why 3 | Why 4 |
|---------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Cacat gramasi | Material | Konsentrasi larutan <i>scouring bleaching</i> tidak sesuai dengan resep | Alat bantu timbangan digital tidak valid | Seringkali bagian <i>maintenance</i> tidak melakukan kalibrasi sesuai jadwal yang telah ditetapkan | Supervisor tidak dapat melakukan inspeksi proses kalibrasi karena tidak ada informasi yang tersedia | Tidak adanya dokumen sebagai informasi proses kalibrasi |
| | | Kualitas zat kimia yang digunakan berbeda | Zat kimia berasal dari <i>supplier</i> yang berbeda | Bagian gudang tidak memeriksa stok zat kimia yang tersedia | Proses pemeriksaan stok bahan baku belum memiliki prosedur kerja | - |

Berdasarkan tabel 4, permasalahan atau isu yang diidentifikasi yaitu cacat gramasi. Berdasarkan hasil identifikasi, permasalahan tersebut disebabkan oleh faktor yaitu *material*. Pada faktor *material* terdapat mode kegagalan yang teridentifikasi yaitu konsentrasi larutan *scouring bleaching* tidak sesuai dengan resep, dan kualitas zat kimia yang digunakan berbeda.

3.2 Analisis Penyebab Masalah Cacat Belang

Tabel 5. Analisis 5 Why's Cacat Belang

| Permasalahan | Faktor | Penyebab | Why 1 | Why 2 | Why 3 |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cacat belang | <i>Machine</i> | Terdapat sisa zat kimia pewarna pada bak pencelupan yang digunakan pada proses sebelumnya | Proses pengurusan bak tidak dilakukan secara sempurna | Operator tidak memperhatikan standar prosedur kerja | - |
| | <i>Man</i> | Operator lambat menggantung sambungan <i>roll</i> kain | Gunting yang digunakan untuk memotong sambungan <i>roll</i> kain kurang tajam | Tidak ada perencanaan pemeriksaan kondisi ketajaman gunting | - |
| | <i>Material</i> | Jumlah <i>roll</i> kain pada setiap pintu mesin tidak sama | Operator tidak teliti menghitung jumlah <i>roll</i> kain pada setiap pintu mesin | Operator kesulitan menghitung saat memisahkan sambungan obras antar <i>roll</i> kain | Kain tipis sebagai batas antar <i>roll</i> kain memiliki warna yang sama dengan warna kain grei (kain sebelum diwarnai) |

Berdasarkan tabel 5, permasalahan atau isu yang diidentifikasi yaitu cacat belang. Berdasarkan hasil identifikasi, permasalahan tersebut disebabkan oleh tiga faktor yaitu *machine*, *man*, dan *material*. Pada faktor *machine* mode kegagalan yang menjadi penyebab timbulnya permasalahan yaitu terdapat sisa zat kimia pewarna pada bak pencelupan yang digunakan pada proses sebelumnya. Pada faktor *man* terdapat mode kegagalan yang teridentifikasi yaitu operator lambat menggantung sambungan kain. Jika operator lambat menggantung sambungan kain, maka kain akan terlalu tertarik oleh rol hidrolis pada mesin dan operator sulit menghitung jumlah *roll* kain yang masuk. Pada faktor *material* terdapat mode kegagalan yang teridentifikasi yaitu jumlah *roll* kain pada setiap pintu mesin tidak sama.

3.3 Analisis Penyebab Masalah Cacat Warna

Tabel 6. Analisis 5 Why's Cacat Warna

| Permasalahan | Faktor | Penyebab | Why 1 | Why 2 | Why 3 | Why 4 |
|--------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Cacat warna tidak sesuai | <i>Material</i> | Suhu larutan anti luntur tidak stabil | Uap pembakaran batubara tidak cukup panas untuk meningkatkan suhu larutan | Nilai kalor atau jumlah energi yang dihasilkan batu bara tidak sesuai standar | Pemeriksaan batu bara dari supplier belum memiliki standar penerimaan sampel yang jelas | Perusahaan belum menerapkan metode penerimaan sampel pada proses pemeriksaan batubara |
| | | Konsentrasi larutan anti luntur tidak sesuai dengan resep | Terdapat larutan yang masih tersisa didalam bak mesin dari proses sebelumnya | Bak mesin tidak dikuras dengan baik setelah digunakan | - | |
| | <i>Machine</i> | Terdapat sambungan pipa mesin | Terdapat karatan pada | Pipa terkena cipratan air yang berasal | Material pipa tidak | |

| | | | | | | |
|--|--|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|--|
| | | dye yang bocor | sambungan pipa mesin dye | dari kain yang telah dicuci | tahan terhadap air | |
|--|--|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|--|

Berdasarkan tabel 6, diketahui bahwa isu yang diidentifikasi yaitu cacat warna. Pada faktor *material* mode kegagalan yang menjadi penyebab timbulnya permasalahan yaitu suhu larutan anti luntur tidak stabil, serta konsentrasi larutan anti luntur tidak sesuai dengan resep. Konsentrasi larutan akan berpengaruh terhadap laju kenaikan maupun kestabilan suhu larutan. Pada faktor *machine* terdapat mode kegagalan yang teridentifikasi yaitu terdapat sambungan pipa yang bocor. Pipa yang dimaksud yaitu pipa saluran uap pada mesin *dye* yang berfungsi untuk menerima distribusi uap dari mesin boiler.

3.4 Analisis FMEA

Perhitungan FMEA, didasarkan pada kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Tabel 7 merupakan rumusan hasil analisis dan perhitungan FMEA, sebagai berikut:

Tabel 7. Rumusan Hasil Analisis FMEA

| Cacat | Faktor | Permasalahan | Penyebab Permasalahan | RPN | Usulan Perbaikan |
|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gramasi | <i>Material</i> | Konsentrasi larutan <i>scouring bleaching</i> tidak sesuai dengan resep | Tidak adanya dokumen sebagai informasi proses kalibrasi | 270 | Penggunaan lembar perawatan untuk memonitoring proses kalibrasi timbangan digital |
| Belang | <i>Material</i> | Jumlah <i>roll</i> kain pada setiap pintu mesin tidak sama | Kain tipis yang digunakan untuk mengetahui batas antar <i>roll</i> kain memiliki warna yang sama dengan warna kain grei (kain sebelum diwarnai) | 448 | Penerapan prinsip <i>poka-yoke</i> pada proses obras dengan penggunaan kain tipis yang berbeda warna setelah batas <i>roll</i> kain yang keempat |
| Warna | <i>Material</i> | Suhu larutan anti luntur tidak stabil | Perusahaan belum menerapkan metode penerimaan sampel pada proses pemeriksaan batubara | 289 | Menerapkan metode penerimaan sampel pada proses pemeriksaan batubara untuk mengurangi bahan baku cacat lolos ke bagian produksi |

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Faktor yang menyebabkan kemunculan cacat gramasi yaitu faktor *material* dengan permasalahan konsentrasi larutan *scouring bleaching* tidak sesuai dengan resep, Faktor *material* sebagai penyebab cacat belang dengan permasalahan jumlah *roll* kain pada setiap pintu mesin tidak sama, dan faktor *material* sebagai penyebab cacat warna dengan permasalahan suhu larutan anti luntur tidak stabil.
2. Hasil rancangan usulan perbaikan yaitu penggunaan lembar perawatan untuk memonitoring proses kalibrasi timbangan digital, penerapan prinsip *poka-yoke* pada proses obras dengan penggunaan kain tipis yang berbeda warna setelah batas *roll* kain yang keempat, menerapkan metode *acceptance sampling* untuk menentukan sampel pada proses pemeriksaan batubara.

REFERENSI

- [1] Ansori, N., & Mustajib, M. (2013). Sistem Perawatan Terpadu. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Antony, J. V. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises : A practical Guide*. Boca Raton: CRC Press.
- [3] Franchetti, M., 2015. *Lean Six Sigma for Engineers and Managers*. Boca Raton: CRC Press
- [4] Helzer Jay, R. B. (2005). *Operations Mangement*. Jakarta: Salemba Empat
- [5] Irwandy. (2021). *Kimia Teknik*. Bogor: Penerbit IPB Press
- [6] Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*. Boca Raton: John Wiley Sons, Inc.
- [8] Zhan, W. D. (2016). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineers Managers*. New York: Momentum Press Engineering.