

Implementasi Six-Sigma pada Produksi Kain Rayon Lebar PT XYZ

Halwa Annisa Khoiri^{1*}, Yudha Adi Kusuma², dan Fanny Diantina Aryaningtyas³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun, Jalan Auri No.14-16, Kota Madiun, 63117, Indonesia

Email: halwaannisa@unipma.ac.id¹, yudakusuma@unipma.ac.id², fannydaintina@gmail.com³

Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan industri tekstil yang salah satu produknya adalah kain rayon lebar. Pada periode produksi Januari 2022 hingga April 2023 jumlah kain yang diproduksi sebesar 2.347.646 yard dan kain yang cacat sebesar 333.136 atau 14,2%. Dalam proses produksinya, nilai ini melebihi batas kendali sehingga banyak kain yang harus diproses ulang. Nilai sigma dari proses produksi yang sudah berjalan adalah 3,172, artinya masih membutuhkan perbaikan sistem untuk mengurangi jumlah produk yang cacat. Tujuan dari penelitian ini adalah meminimalkan cacat produk dengan menggunakan metode Six-Sigma. Tahapan Six-Sigma dalam penelitian ini adalah tahap *define* untuk mengidentifikasi jenis cacat dan diperoleh ada 18 jenis cacat, tahap *measure* untuk mengetahui persentase cacat terbesar dan menghitung nilai sigma, tahap *analyze* untuk mengetahui akar masalah penyebab cacat dengan menggunakan *fishbone* diagram, tahap *improve* untuk merumuskan usulan perbaikan dengan menggunakan pendekatan 5W+1H, dan tahap *control* untuk melakukan pengawasan terhadap penerapan usulan perbaikan dengan menggunakan metode Poka Yoke. Perbaikan yang diusulkan berdasarkan metode 5W+1H dan metode Poka Yoke adalah pembersihan mesin secara keseluruhan dan dilakukan secara terjadwal, penjadwalan ulang jumlah pekerja per *shift* untuk mengurangi kelalaian pekerja, melakukan penjadwalan perbaikan mesin, memberikan *training* secara berkala kepada pekerja, dan menambah penerangan di ruangan produksi. Setelah diterapkan usulan perbaikan ini diharapkan dapat menaikkan nilai sigma dari proses produksi yang dilakukan.

Kata kunci: kualitas, pengendalian, tekstil

Abstract

PT XYZ is a textile industry company whose products are wide rayon fabric. In the production period from January 2022 to April 2023, the number of fabric produced was 2,347,646 yards and defect fabric was 333,136 or 14.2%. In the production process, this value exceeds the control limit so a lot of fabric has to be reprocessed. The sigma value of the current production process is 3.172, meaning that system improvements need to reduce the number of defective products. This research aims to minimize product defects using the Six Sigma method. The Six Sigma stages in this research are the *define* stage to identify types of defects and it was found that there were 18 types of defects, the *measure* stage to determine the largest percentage of defects and calculate the sigma value, the *analyze* stage to find out the root cause of defects using a *fishbone* diagram, the *improve* stage to formulate proposed improvements using the 5W+1H approach, and the *control* stage to supervise the implementation of proposed improvements using the Poka Yoke method. The proposed improvements based on the 5W+1H method and the Poka Yoke method are cleaning machines in a row and carried out on a scheduled basis, rescheduling the number of workers per *shift* to reduce worker negligence, scheduling machine repairs, providing regular training to workers, and adding lighting in the room. After implementing this proposed improvement, it is hoped that can increase the sigma value of the production process carried out.

Keywords: control, textile, quality

1. Pendahuluan

Pengendalian kualitas menjadi salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu industri. Kualitas suatu produk maupun jasa yang terjaga dengan baik dapat menjadi nilai tambah bagi konsumen sehingga dapat meningkatkan nilai jual. Semua industri memerlukan pengendalian terhadap kualitas suatu produk atau jasa yang ditawarkan (Utami, *et.al.*, 2015).

Salah satu sektor industri yang besar di Indonesia adalah sektor manufaktur dimana salah satu jenisnya adalah industri tekstil. Industri tekstil menjadi salah satu

penyumbang devisa yang besar bagi negara, namun dalam proses produksinya sering terdapat permasalahan-permasalahan yang harus diatasi untuk mempertahankan kualitas dari produknya (Kusuma, *et.al.*, 2020). Kualitas produk tekstil di Indonesia menjadi perhatian tersendiri karena saat ini banyak produk tekstil import yang masuk ke Indonesia, sehingga industri tekstil dalam negeri harus mampu menurunkan angka *defect* untuk dapat bersaing dengan industri tekstil mancanegara (Ridho & Suseno, 2023). Banyaknya jumlah produk yang *defect* berdampak pada biaya yang harus dikeluarkan untuk perbaikan sehingga

^{1*} Penulis korespondensi

akan mengurangi nilai produktivitas (Prasetyo, 2023). Produk tekstil yang dihasilkan mengalami *defect* seperti pewarnaan yang tidak merata sehingga menimbulkan belang, serta adanya serat benang yang muncul di tengah-tengah kain (Kusuma, *et al*, 2020). Salah satu perusahaan tekstil yang cukup besar di Indonesia adalah PT XYZ yang memiliki tiga cabang pabrik. Produk PT XYZ yang memiliki tingkat pemesanan cukup besar adalah kain rayon lebar. Dalam dua tahun terakhir, produk kain rayon lebar yang dihasilkan mengalami penurunan kualitas, diantaranya munculnya warna belang putih di tengah kain dan adanya lubang bekas jahitan di area tengah dan pinggir kain. Hal ini menjadi perhatian tersendiri bagi pihak produsen karena semakin tingginya persaingan dengan kain import yang kualitasnya cukup bagus dengan harga yang lebih murah.

Kualitas suatu produk maupun jasa dapat dianalisis dengan beberapa metode, salah satunya berdasarkan nilai sigma yang dikenal dengan Metode Six-Sigma. Dalam metode Six-Sigma, kualitas produk akan baik jika nilainya sama dengan 6 atau mendekati 6 yang artinya tidak ada *defect* dari proses produksi yang telah dilakukan (Setiawan, 2023). Jika nilai sigma masih di bawah 6 maka diperlukan perbaikan dalam sistem produksi dan mencari akar permasalahannya sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam memperbaiki sistem (Kurnia, Jaqin, Purba, *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, metode Six-Sigma dinilai dapat meningkatkan sistem produksi sehingga mengurangi terjadinya cacat. Hal ini dikarenakan dalam metode Six-Sigma menggunakan beberapa tahapan yang menggabungkan *tools* pengendalian kualitas (Kumar *et al.*, 2020).

Kinerja proses produksi perlu untuk selalu ditingkatkan agar persentase produk yang cacat dapat semakin berkurang (Altezza & Susanty, 2023). Nilai sigma dapat dijadikan salah satu indikator dalam melihat bagaimana peningkatan kinerja suatu proses produksi (Mumtaz *et al.*, 2021). Peningkatan nilai sigma dari 1,5 hingga menjadi 4 mampu mengurangi pengerjaan ulang sebesar 50% (Aisyah *et al.*, 2023). Metode Six-Sigma dapat diterapkan untuk perbaikan sistem dan dapat diterapkan pada desain, manufaktur, penjualan, layanan, transaksional, dan lain-lain (Tampubolon & Purba, 2021).

Penerapan Six-Sigma sebagai alat kendali dapat diterapkan salah satunya pada industri tekstil. Ridho dan Suseno (2023) melakukan penelitian dengan menggunakan Six-Sigma pada PT Djohartex dengan obyek pengamatan adalah kain Grey. Nilai Six-Sigma dari produksi kain tersebut adalah 3,56 sehingga diperlukan perbaikan pada sistem produksinya.

Adapun saran perbaikan yang diberikan adalah perbaikan tempat produksi, *maintenance* mesin yang harus rutin dilakukan, dan peningkatan kemampuan karyawan sehingga mengurangi peluang terjadinya

cacat produk. Walaupun pada industri tekstil perbaikan yang disarankan belum dapat diaplikasikan secara langsung, namun dengan metode Six Sigma DMAIC dapat digunakan untuk mengetahui posisi nilai sigma dari proses produksi yang dilakukan dan rangkaian DMAIC dapat digunakan untuk menyusun saran perbaikan yang terstruktur (Amrin & Yuliawati, 2021). Six-Sigma DMAIC dapat digunakan sebagai langkah perbaikan yang berkelanjutan (*continuous improvement*) dengan memperhatikan penyebab cacat utama yang diutamakan untuk diperbaiki (Darmawan & Rembulan, 2023).

Dalam penelitian ini diperlukan perbaikan kualitas proses produksi di PT XYZ yang merupakan salah satu pabrik tekstil terbesar di wilayah Jawa Tengah. Objek dalam penelitian ini adalah kain rayon lebar. Selain jumlah permintaan yang tinggi, kain rayon lebar memiliki jumlah cacat paling besar dibandingkan dengan produk lainnya. Metode yang digunakan adalah Six-Sigma DMAIC, dimana metode ini dapat digunakan untuk menentukan posisi nilai sigma dan mengetahui akar masalah penyebab terjadinya cacat (Tannady & Chandra, 2017). Berdasarkan akar masalah yang terjadi, selanjutnya disusun rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode perbaikan 5W1H. Metode perbaikan 5W1H banyak digunakan jika usulan perbaikan tidak dapat diterapkan langsung pada obyek penelitian (Bayu *et al.*, 2023). Metode 5W1H mencakup semua aspek yang berkaitan dengan cacat paling besar sehingga dapat diberikan usulan perbaikan secara keseluruhan untuk semua faktor dari *fishbone* (Lestari & Purwatmini, 2021 ; Kusuma *et al.*, 2024).

Dalam penelitian ini metode 5W1H digunakan untuk memberikan usulan perbaikan pada penyebab cacat terbesar setelah dilakukan identifikasi akar penyebab cacat dengan menggunakan diagram *fishbone*. Metode ini sesuai digunakan untuk memberikan rekomendasi karena dapat memberikan gambaran yang jelas pada setiap faktor yang menjadi penyebab cacat terbesar, meliputi rekomendasi yang sesuai dan siapa yang bertanggungjawab dalam menerapkan rekomendasi yang diberikan. Pemberian rekomendasi yang jelas perlu dilakukan karena dalam penelitian ini, penulis belum mendapat kesempatan untuk mengukur kembali bagaimana nilai sigma setelah dilakukan perbaikan.

2. Metode Penelitian

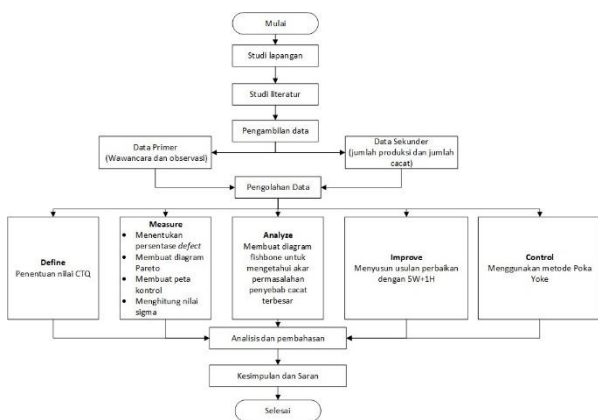
Metode Six-Sigma DMAIC memiliki tahapan yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. Nilai sigma dari proses produksi ditentukan berdasarkan jumlah produk yang cacat per satu juta produk yang dihasilkan (Kurnia, Jaqin, & Purba, 2021). Pada penelitian ini obyek yang dianalisis kualitasnya adalah produk kain rayon lebar. Pengamatan cacat dilakukan pada bagian produksi, sedangkan data mengenai jumlah produk yang cacat diperoleh dari bagian *Quality Control*.

Pada tahap *define* dilakukan identifikasi terkait dengan jenis cacat yang terjadi pada proses produksi kain rayon lebar. Tahap *measure* dilakukan pengukuran jumlah produk yang cacat, pembuatan peta kendali, dan penghitungan nilai sigma. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali *p* karena data yang digunakan adalah data proporsi produk yang cacat (Supriyadi, 2018). Pada tahap *analyze* dilakukan analisis untuk mencari akar permasalahan dari penyebab cacat (Darmawi et al., 2023). Alat yang digunakan untuk menentukan akar permasalahan adalah *cause-effect* diagram sehingga dapat diketahui dengan jelas penyebab cacat untuk masing-masing faktor (Suhartini et al., 2020). Langkah selanjutnya setelah diketahui akar penyebab cacat adalah melakukan perbaikan untuk mengurangi produk cacat yang terjadi akibat proses produksi. Langkah ini dilakukan pada tahap *improve*. Pada tahap *improve* dilakukan penyusunan usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W1H.

Tahapan terakhir dari proses DMAIC adalah tahap *Control*. Pada tahap *Control* dilakukan pengawasan produksi setelah diterapkan usulan perbaikan. Alat yang dapat digunakan pada proses *Control* salah satunya adalah *Check sheet*. Metode yang digunakan dalam tahap *Control* adalah Poka Yoke. Metode ini dapat digunakan untuk meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi dan sering terjadi sehingga dapat diterapkan oleh PT XYZ dalam mengontrol proses produksi (Ridho & Suseno, 2023). Dalam metode Poka Yoke, ada tiga tahapan yang digunakan yaitu sebagai berikut (Putri & Handayani, 2019).

- Control* yaitu pengawasan proses untuk memperkecil kesalahan pada proses selanjutnya.
- Warning* yaitu adanya peringatan jika terjadi *error*.
- Shutdown* yaitu penghentian proses atau pekerjaan saat ditemukan ada kesalahan

Secara garis besar, kerangka berpikir dalam penelitian sebagaimana yang dijelaskan pada Gambar 1 berikut.

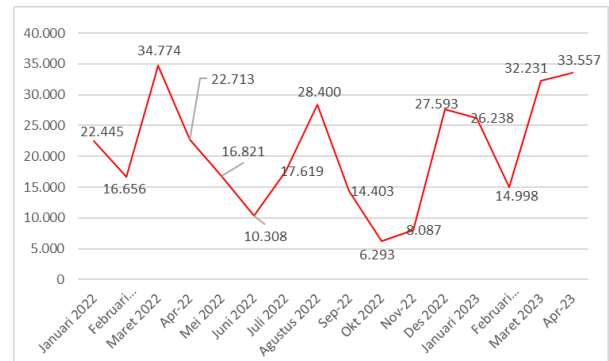


Gambar 1. Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan bertujuan untuk mengetahui bagaimana temuan yang diperoleh berdasarkan data

penelitian yang telah diambil. Data penelitian diperoleh berdasarkan data sekunder perusahaan dan dari hasil wawancara kepada pihak perusahaan. Pengolahan data diawali dengan melakukan analisis deskriptif terhadap data jumlah produk kain rayon lebar yang *defect*. Data ini diambil dalam periode bulan Januari 2022 hingga April 2023. Inspeksi dilakukan per minggu untuk menentukan berapa total produksi yang mengalami *defect*. Jumlah produk yang *defect* setiap bulan ditampilkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa jumlah produk *defect* paling besar terjadi pada Bulan Maret 2022. Jumlah *defect* ini selanjutnya dianalisis dengan menggunakan peta kendali *p* untuk melihat apakah masih berada di dalam batas kendali atau sudah berada di luar batas kendali.



Gambar 2. Jumlah Produk Defect (sumber: olah data)

Dalam tahapan analisis menggunakan Six Sigma-DMAIC terdapat tahapan-tahapan yaitu *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*. Adapun penjelasan untuk masing-masing tahapan adalah sebagai berikut.

3.1 Define

Dalam tahap *define* dilakukan identifikasi dari objek yang diamati. Dalam penelitian ini objek yang diamati adalah kain rayon lebar. Kain jenis ini merupakan jenis kain yang memiliki tingkat permintaan tinggi. Hasil produksi kain rayon lebar di PT XYZ memiliki beberapa kecacatan yang mempengaruhi kualitas dari produk. Cacat pada produksi kain rayon lebar ini ada 19 jenis dengan penjelasan sebagai berikut.

Belang

Cacat belang merupakan jenis cacat akibat adanya warna yang berbeda (garis putih samar) pada kain rayon lebar. Cacat ini terjadi karena kesalahan dalam pencampuran warna sehingga menyebabkan warna menjadi belang atau tidak merata.

Bekas melipat

Cacat bekas melipat terjadi karena gulungan kain yang tidak sempurna setelah proses produksi, sehingga terjadi lipatan pada kain.

Lubang tepi

Cacat lubang tepi terjadi karena jarum yang meleset sehingga menimbulkan lubang pada bagian tepi kain yang dihasilkan.

Lubang tengah

Cacat yang disebabkan oleh jarum meleset sehingga

menimbulkan lubang pada tengah kain

Garis

Cacat yang disebabkan karena adanya garis pada kain rayon lebar.

Bekas sambungan

Cacat yang disebabkan adanya bekas sambungan dari kain rayon lebar

Flek oli

Cacat yang disebabkan karena terkena oli mesin pada produk kain rayon lebar.

Flek obat

Cacat yang disebabkan karena terkena flek obat akibat campuran obat untuk kain yang tidak merata

Flek karat

Cacat yang disebabkan karena terkena flek karat mesin pada kain rayon lebar.

Flek minyak

Cacat yang disebabkan karena kain terkena flek minyak yang membekas

Flek air

Cacat yang disebabkan karena kain terkena air saat proses produksi sehingga menimbulkan flek yang tidak bisa hilang

Bekas gesekan

Cacat yang disebabkan karena ada bekas gesekan pada kain. Hal ini terjadi saat penyimpanan kain yang baru saja diproduksi.

Gosong

Cacat yang disebabkan suhu yang digunakan untuk pembuatan kain terlalu tinggi atau mengalami kenaikan

Kotor

Cacat yang disebabkan karena kondisi kain rayon lebar yang kotor

Flek Putih

Cacat yang disebabkan karena adanya flek warna putih sehingga warna tidak merata.

Sobek

Cacat karena kain rayon lebar sobek pada satu atau beberapa bagian.

Bekas Jarum

Cacat karena adanya tarikan jarum sehingga menimbulkan bekas pada kain.

Gagal Warna

Cacat karena warna tidak sesuai dengan kode.

Lain-lain

Cacat yang disebabkan selain dari 18 cacat di atas.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan pihak produksi, penetapan *Critical to Quality* (CTQ) berdasarkan pada penyebab cacat yang sering terjadi saat proses produksi berlangsung. Penyebab cacat yang sering terjadi dan menjadi fokus perusahaan adalah belang, bekas melipat, dan lubang tepi. Persentase cacat yang diakibatkan oleh belang pada kain adalah 21,21%, bekas melipat sebesar 12,10%, dan cacat lubang tepi sebesar 10,68. Pemilihan tiga jenis cacat ini berdasarkan pada PT XYZ fokus terhadap penyebab cacat yang nilainya lebih dari 10%. Adapun penjelasan lebih lanjut mengenai penyebab CTQ dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Critical to Quality* (CTQ) Produk

| CTQ | Spesifikasi | Jenis Cacat |
|--|---|---------------|
| Pewarnaan pada kain yang tidak merata | Kondisi adanya garis putih samar pada kain rayon lebar | Belang |
| Gulungan kain tidak sempurna setelah proses produksi | Kondisi adanya lipatan pada kain setelah proses produksi | Bekas melipat |
| Jarum meleset di bagian tepi kain yang diproduksi | Kondisi adanya lubang pada bagian tepi kain yang dihasilkan | Lubang Tepi |

3.2 Measure

Dalam tahapan *measure* dilakukan pengukuran cacat yang terdiri dari pengukuran persentase *defect*, identifikasi kontrol dengan menggunakan peta kendali *p*, serta menghitung nilai sigma.

Pengukuran Persentase Defect

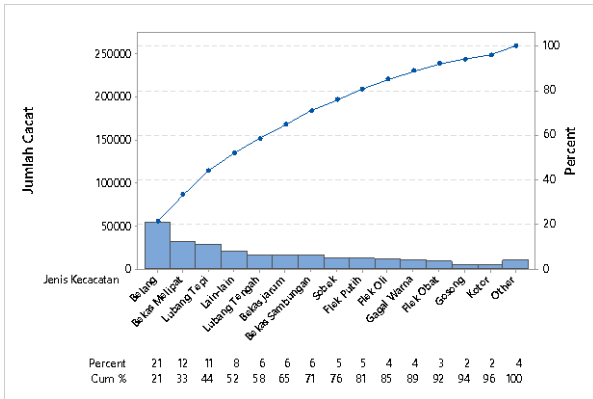
Berdasarkan data pada bulan Januari 2022 hingga April 2023 terdapat 20 jenis *defect* pada kain rayon lebar produksi PT XYZ. Adapun persentase *defect* untuk masing-masing jenis ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase *Defect* Produk

| Jenis Defect | Jumlah Defect (Yard) | Persentase (%) |
|-----------------|----------------------|----------------|
| Belang | 54977 | 21,21 |
| Bekas Melipat | 31365 | 12,10 |
| Lubang Tengah | 16740 | 6,46 |
| Garis | 1931 | 0,74 |
| Bekas Sambungan | 16192 | 6,25 |
| Flek Oli | 11399 | 4,40 |
| Flek Obat | 8620 | 3,33 |
| Flek Karat | 799 | 0,31 |
| Flek Minyak | 289 | 0,11 |
| Flek Air | 4453 | 1,72 |
| Bekas Gesekan | 2848 | 1,10 |
| Gosong | 5167 | 1,99 |
| Kotor | 5076 | 1,96 |
| Flek Putih | 12331 | 4,76 |
| Sobek | 12673 | 4,89 |
| Bekas jarum | 16270 | 6,28 |
| Lain-lain | 20623 | 8,96 |
| Lubang Tepi | 27686 | 10,68 |
| Gagal Warna | 9795 | 3,78 |
| Total | 259234 | 100 |

(Sumber: Pengolahan Data)

Jumlah persentase *defect* total terhadap total yard jadi adalah 14,19%. Adapun persentase untuk setiap *defect* ada pada Tabel 2, dan berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa *defect* terbesar disebabkan oleh belang sebesar 21,21%. Persentase *defect* ini juga ditampilkan dalam diagram Pareto seperti pada Gambar 3.



Gambar 1. Diagram Pareto Defect Produk Kain Rayon Lebar
(Sumber: Pengolahan Data)

Pada Gambar 3, hanya ditampilkan jenis defect yang memiliki persentase lebih dari atau sama dengan 2%, sedangkan defect dengan persentase yang lebih kecil digabungkan menjadi satu karena dampak yang dihasilkan cenderung sama.

Penentuan Jumlah Defect dengan Menggunakan Peta Kendali P

Kecacatan yang terjadi pada hasil produksi dalam periode Januari 2022 hingga April 2023 dianalisis dengan menggunakan peta kendali p, yang dapat menunjukkan bagaimanakah persentase cacat terhadap hasil produksi secara keseluruhan. Kain rayon lebar memiliki jenis cacat yang berasal dari 20 jenis defect. Dengan peta kendali p dapat diketahui apakah cacat yang terjadi pada setiap bulan masih berada pada batas kendali atau sudah melebihi batas kendali yang seharusnya sehingga terjadi out of control.

Langkah-langkah untuk membuat peta kendali adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan proporsi cacat produk per bulan. Misalkan pada bulan Januari 2022 diketahui jumlah total produksi adalah 223373 dan produk yang mengalami defect sebanyak 22445 sehingga proporsi produk yang defect pada bulan Januari 2022 adalah $p = \frac{x}{n} = \frac{22445}{223373} = 0,10$ atau 10% produk yang dihasilkan mengalami defect. Proporsi cacat produk pada periode pengamatan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Defect Produk

| Periode | Jumlah Produksi (yard) | Jumlah defect (yard) | Proporsi (persentase) |
|------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Jan 2022 | 223373 | 22445 | 0,10 |
| Feb 2022 | 130974 | 16656 | 0,13 |
| Mar 2022 | 284273 | 34774 | 0,12 |
| Apr 2022 | 174406 | 22713 | 0,13 |
| Mei 2022 | 64511 | 16821 | 0,26 |
| Jun 2022 | 119032 | 10308 | 0,09 |
| Jul 2022 | 171260 | 17619 | 0,10 |
| Agust 2022 | 218260 | 28400 | 0,13 |
| Sept 2022 | 63217 | 14403 | 0,23 |
| Okt 2022 | 51148 | 6293 | 0,12 |
| Nov 2022 | 119009 | 8087 | 0,07 |
| Des 2022 | 183154 | 27593 | 0,15 |

| Periode | Jumlah Produksi (yard) | Jumlah defect (yard) | Proporsi (persentase) |
|--------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Jan 2023 | 106126 | 26238 | 0,25 |
| Feb 2023 | 139481 | 14998 | 0,11 |
| Mar 2023 | 131855 | 32231 | 0,24 |
| Apr 2023 | 167567 | 33557 | 0,20 |
| Total | 2.347.646 | 333.136 | |

(Sumber: Pengolahan Data)

- b. Menentukan batas untuk peta kontrol p

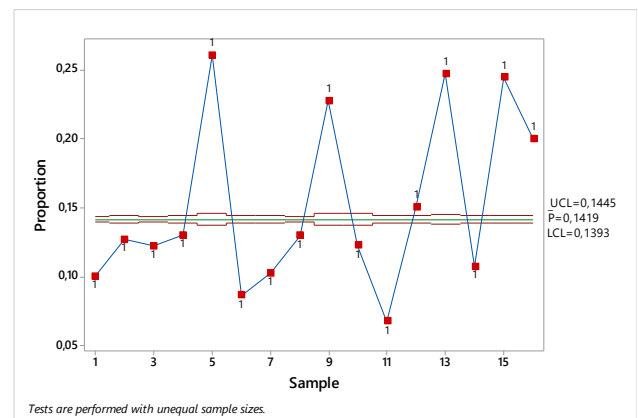
$$CL = \bar{P} = 0,152$$

$$UCL = \bar{P} + 3SP = 0,152 + (3 \times 0,0009) = 0,155$$

$$LCL = \bar{P} - 3SP = 0,152 - (3 \times 0,0009) = 0,149$$

- c. Grafik peta kontrol p

Produk yang cacat dari hasil produksi jika digambarkan dalam peta kontrol p seperti pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, jumlah proporsi defect pada periode pengamatan melebihi batas kontrol atau terjadi out of control sehingga diperlukan perbaikan untuk mengurangi jumlah cacat. Nilai yang berada di luar batas kendali artinya berada di luar nilai LCL dan UCL. Pihak produksi perlu melakukan perbaikan sistem sehingga jumlah cacat pada produk dapat dikurangi.



Gambar 2. Peta Kontrol defect dengan menggunakan peta p
(Sumber: Pengolahan Data)

Perhitungan nilai DPMO dan Nilai Sigma

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak produksi kain rayon lebar, penyebab cacat yang memiliki peluang besar untuk terjadi adalah tiga hal yaitu belang, bekas melipat, dan lubang tengah, dimana tiga jenis cacat ini merupakan cacat yang sering terjadi pada kain rayon lebar.

Jumlah total produksi adalah 2.347.646 yard dengan jumlah cacat 333.136.

- a. Menghitung Defect Per Unit (DPU)

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{333.136}{2.347.646} = 0,142$$

- b. Menghitung Total Opportunities (TOP)

$$TOP = U \times OP = 2.347.646 \times 3 = 7.042.938$$

- c. Menghitung Defect per Opportunities (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{333.136}{7.042.938} = 0,047$$

- d. Menghitung Defect per Million Opportunities (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 47300,71$$

- e. Menghitung nilai sigma

$$\text{Sigma} = \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5$$

$$\text{Sigma} = 3,172$$

Nilai sigma untuk setiap periode produksi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Defect Produk

| Periode | Jumlah defect | DPMO | Nilai Sigma |
|--------------|----------------|----------|-------------|
| Jan 2022 | 22445 | 33494,05 | 3,33 |
| Feb 2022 | 16656 | 42390,09 | 3,22 |
| Mar 2022 | 34774 | 40775,36 | 3,24 |
| Apr 2022 | 22713 | 43410,2 | 3,21 |
| Mei 2022 | 16821 | 86915,41 | 2,86 |
| Jun 2022 | 10308 | 28866,19 | 3,39 |
| Jul 2022 | 17619 | 34292,89 | 3,32 |
| Agust 2022 | 28400 | 43373,35 | 3,21 |
| Sept 2022 | 14403 | 75944,76 | 2,93 |
| Okt 2022 | 6293 | 41011,7 | 3,24 |
| Nov 2022 | 8087 | 22650,95 | 3,50 |
| Des 2022 | 27593 | 50218,21 | 3,14 |
| Jan 2023 | 26238 | 82411,47 | 2,89 |
| Feb 2023 | 14998 | 35842,4 | 3,30 |
| Mar 2023 | 32231 | 81480,92 | 2,89 |
| Apr 2023 | 33557 | 66753,4 | 3,00 |
| Total | 333.136 | | |

(Sumber: Pengolahan Data)

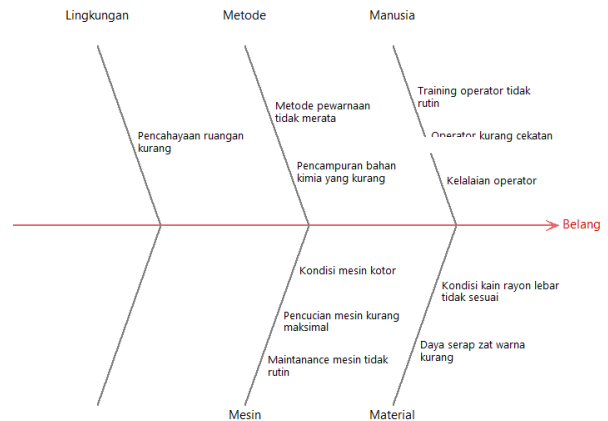
Berdasarkan pada Tabel 4 diketahui bahwa nilai DPMO rata-rata adalah 50614,46, artinya dalam setiap 1 juta yard produksi terdapat cacat sebesar 50614,46 yard. Nilai sigma menunjukkan level defect pada produk, dimana semakin tinggi nilai sigma maka semakin sedikit jumlah produk yang defect dalam produksi. Data produk kain rayon lebar menunjukkan bahwa nilai sigma masih di bawah 4, sehingga probabilitas tanpa cacat masih di bawah 99,4%. Nilai sigma rata-rata adalah 3,172 sehingga diperlukan perbaikan pada proses produksi untuk memperbesar peluang produk tidak cacat, karena berdasarkan nilai sigmanya masih jauh dari nilai 6.

3.3 Analyze

Pada tahap *analyze* dilakukan langkah-langkah untuk menentukan penyebab cacat pada produk kain rayon lebar. Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 3 diketahui bahwa cacat terbesar disebabkan oleh belang, bekas melipat, dan lubang tengah. Penentuan akar masalah dari cacat yang sering terjadi dengan menggunakan diagram *fishbone* (tulang ikan). Pihak produksi PT XYZ mengemukakan bahwa yang menjadi perhatian utama dari penyebab cacat adalah belang, bekas melipat, dan lubang tengah sehingga tiga penyebab inilah yang dibuat diagram tulang ikan untuk menentukan akar masalahnya jika dilihat dari manusia, mesin, lingkungan, metode, dan material. Dalam penyusunan *fishbone* pertimbangan yang digunakan adalah berdasarkan wawancara dengan bagian produksi PT XYZ dan pengamatan di lapangan.

Fishbone untuk penyebab cacat belang

Belang merupakan penyebab cacat utama pada produk kain rayon lebar. Adapun diagram *fishbone* dari cacat belang ditampilkan pada Gambar 5.

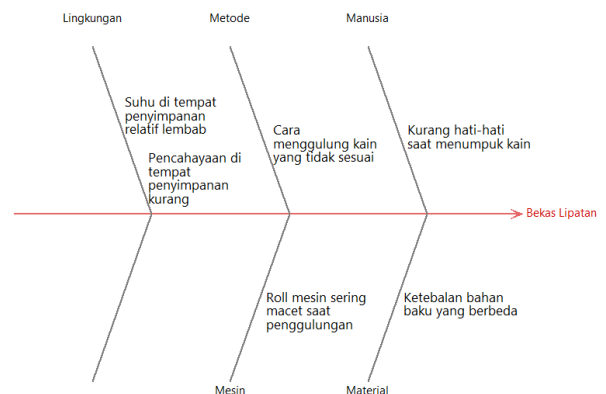


Gambar 3. Diagram Fishbone Cacat Belang (Sumber: Pengolahan Data)

Cacat belang disebabkan oleh lima faktor yaitu manusia, metode, lingkungan, material, dan mesin. *Training* operator yang tidak rutin dilakukan menjadi salah satu penyebab sering terjadinya cacat belang karena operator yang mengoperasikan berganti-ganti. *Training* yang kurang juga menyebabkan operator kurang cekatan saat mengerjakan pewarnaan sehingga terjadi belang pada kain. Komposisi pewarna yang digunakan pada kain juga menentukan kualitas warna yang dihasilkan, serta menentukan terjadinya belang pada kain. Perbaikan dan kontrol pada mesin juga tidak dilakukan secara teratur sesuai dengan jadwal, sehingga *maintenance* dilakukan menunggu mesin terjadi *problem*. Kondisi mesin yang kotor juga menjadi penyebab munculnya belang pada kain. Lingkungan tempat kerja juga menjadi salah satu penyebab belang, karena kondisi di tempat kerja kurang pencahayaan.

Fishbone untuk penyebab cacat bekas melipat

Bekas melipat merupakan cacat yang terjadi pada kain rayon lebar setelah diproduksi. Bekas lipatan ini muncul pada saat penyimpanan kain. Akar masalah dari cacat bekas melipat ditampilkan dalam Gambar 6.



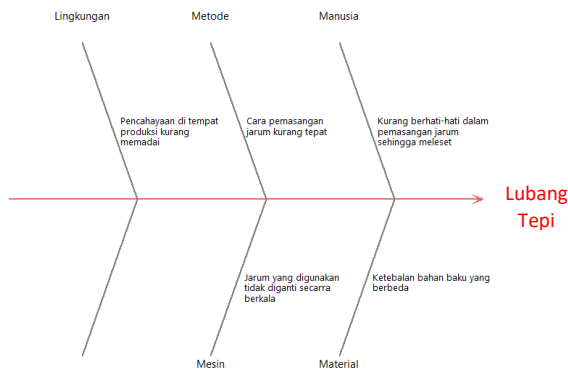
Gambar 4. Diagram Fishbone Cacat Belang (Sumber: Pengolahan Data)

Cacat pada kain yaitu adanya bekas lipatan salah satunya disebabkan oleh tempat penyimpanan yang lembab dan pencahayaan yang kurang, sehingga bekas lipatan pada kain lebih terlihat. Selain itu, operator juga kurang hati-hati dalam menumpuk kain, sehingga terkadang gulungan kain sedikit terlepas. Faktor lain

yang juga menjadi penyebab adalah cara menggulung kain yang tidak sesuai dengan prosedur, roll mesin yang sering macet, serta ketebalan bahan baku yang berbeda.

Fishbone untuk penyebab cacat lubang tepi

Cacat lubang tengah merupakan cacat ketiga yang sering terjadi pada produksi kain rayon lebar. Cacat ini disebabkan oleh jarum yang meleset di bagian tepi kain sehingga menyebabkan terjadinya lubang. Akar masalah dari cacat lubang tengah ditampilkan pada Gambar 7. Cacat lubang tepi disebabkan oleh beberapa faktor antara lain dari faktor manusia atau operator yang kurang berhati-hati saat pemasangan jarum sehingga posisi jarum tidak pas dan menyebabkan cacat lubang di bagian tengah kain. Faktor metode yaitu cara pemasangan jarum yang kurang sesuai juga memperbesar terjadinya cacat ini. Selain itu, pencahayaan di tempat produksi yang kurang memadai juga menjadi penyebab lain dari cacat lubang tepi. Bahan baku yang digunakan juga terkadang sehingga berpengaruh terhadap hasil pembuatan kain. Hal lain yang menyebabkan terjadinya cacat lubang tepi adalah jarum pada mesin yang tidak diganti secara berkala, sehingga menyebabkan ketajaman dari jarum berkurang dan memperbesar peluang meleset saat digunakan.



Gambar 5. Diagram Fishbone Cacat Lubang Tengah (Sumber: Pengolahan Data)

4. Improve

Pada tahapan *improve* dilakukan pengusulan rencana perbaikan untuk penyebab cacat. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam usulan perbaikan adalah menggunakan 5W+1H. Adapun rencana perbaikan difokuskan pada penyebab cacat yang paling besar yaitu terjadinya belang pada kain rayon lebar. Usulan perbaikan dengan 5W+1H ditampilkan pada Tabel 5. Dalam upaya *improve* yang dilakukan oleh PT XYZ diperlukan kerjasama dari berbagai pihak, dengan mekanisme sebagai berikut.

a. HRD

HRD bertanggungjawab terhadap pengaturan penempatan karyawan dan mengadakan *training* untuk para operator produksi, sehingga HRD dapat menempatkan karyawan sesuai dengan kemampuannya untuk memperkecil peluang terjadinya cacat belang karena kurangnya pemahaman dan pengalaman karyawan terkait dengan pewarnaan kain.

b. Supervisor produksi

Dalam tahapan *improve*, supervisor produksi dapat merekomendasikan perbaikan pencahayaan kepada perusahaan sehingga ruangan menjadi lebih terang terutama saat musim penghujan. Selain itu, untuk meminimalkan kesalahan pada proses pewarnaan supervisor produksi berkoordinasi dengan HRD dalam penempatan karyawan sesuai dengan kapabilitasnya. Supervisor produksi juga bertanggungjawab dalam pembuatan jadwal pembersihan serta perawatan mesin secara rutin, sehingga perbaikan dapat segera dilakukan jika ada mesin yang mengalami kerusakan.

c. Quality control

Bagian QC bertanggungjawab dalam pengecekan bahan baku sebelum proses pewarnaan, sehingga diperlukan ketelitian yang tinggi untuk menentukan kualitas bahan baku.

Tabel 5. Usulan Perbaikan dengan 5W+1H

| When (waktu terjadi) | What (defect yang terjadi) | Where (sumber terjadinya defect) | Why (Akar permasalahan) | | How (usulan perbaikan) | Who (Penanggung-jawab) |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|---|--|-----------------------------|
| | | | Faktor penyebab | Penyebab terjadinya defect | | |
| Proses pewarnaan kain rayon lebar | Belang pada kain | Terjadi pada proses pewarnaan | Material | <ul style="list-style-type: none"> Kondisi kain rayon lebar tidak sesuai Daya serap terhadap zat warna kurang | Adanya inspeksi bahan baku yang datang dan disesuaikan dengan <i>check sheet</i> kualitas kain | QC |
| Proses pewarnaan kain rayon lebar | Belang pada kain | Terjadi pada proses pewarnaan | Manusia | <ul style="list-style-type: none"> Tidak ada jadwal <i>training</i> yang pasti untuk operator Kelalaian saat bekerja Operator kurang cekatan | Dilakukan <i>training</i> secara rutin untuk para operator pada bagian pewarnaan | HRD |
| Proses pewarnaan kain rayon lebar | Belang pada kain | Terjadi pada proses pewarnaan | Metode | <ul style="list-style-type: none"> Metode pewarnaan tidak merata | Adanya pengkajian ulang terkait dengan penempatan karyawan sesuai dengan | HRD dan supervisor Produksi |

| When (waktu terjadi) | What (defect yang terjadi) | Where (sumber terjadinya defect) | Why (Akar permasalahan) | | How (usulan perbaikan) | Who (Penanggung- jawab) |
|---|----------------------------------|---|----------------------------|--|---|-------------------------------|
| | | | Faktor penyebab | Penyebab terjadinya <i>defect</i> | | |
| | | | | | bidangnya, sehingga meminimalkan terjadinya kesalahan pencampuran zat warna. | |
| Proses pewarnaan kain rayon lebar | Belang pada kain | Terjadi pada proses pewarnaan | Mesin | <ul style="list-style-type: none"> Kondisi mesin kotor Pencucian mesin kurang maksimal <i>Maintanance</i> mesin tidak rutin | <ul style="list-style-type: none"> Membuat jadwal pembersihan mesin secara teratur Pengecekan kondisi kebersihan mesin secara teratur | supervisor produksi |
| Proses pewarnaan kain rayon lebar | Belang pada kain | Terjadi pada proses pewarnaan | Lingkungan | Pencahaya- ruangan kurang | Dilakukan <i>re- layout</i> dan menambah pencayaan | supervisor produksi |

5. Control

Dalam penelitian ini tidak dimungkinkan untuk menerapkan usulan-usulan perbaikan, sehingga dalam hal ini hanya diberikan saran yang dapat dilakukan perusahaan untuk memperkecil terjadinya *defect*. Untuk membantu perusahaan dalam melakukan perbaikan dan pengendalian dapat dibantu dengan *check sheet*, *fishbone diagram*, dan dengan penghitungan ulang nilai sigma.

Dalam penelitian-penelitian sebelumnya, metode *six-sigma* dinilai efektif dalam meningkatkan kualitas suatu produk. Peningkatan kualitas ini dapat dilihat dari peningkatan nilai sigma sebelum dan setelah perbaikan. Pada penelitian ini, metode *control* yang digunakan untuk mengurangi cacat belang pada kain rayon lebar adalah Poka Yoke yang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Control dengan Metode Poka Yoke

| No | Faktor Penyebab Cacat | Usulan tindakan perbaikan |
|-----------------|---------------------------------------|--|
| Faktor Mesin | | |
| 1 | Kondisi mesin kotor | Pembersihan mesin dilakukan secara rutin sehingga pembersihan mesin tidak menunggu terjadinya cacat dalam jumlah besar. |
| 2 | Pencucian mesin kurang maksimal | Pencucian mesin dilakukan setiap penggantian baru, sehingga bagian dalam mesin dapat dibersihkan dengan maksimal. |
| 3 | <i>Maintanance</i> mesin tidak rutin | Kepala divisi produksi membuat penjadwalan perbaikan mesin secara rutin. |
| Faktor Material | | |
| 1 | Kondisi kain rayon lebar tidak sesuai | Bagian QC melakukan inspeksi untuk bahan baku, jika ada yang tidak sesuai maka dilakukan retur kembali kepada pihak <i>supplier</i> bahan baku. Jika terlanjur terjadi kecacatan maka operator dapat memperlambat jalannya mesin sehingga ada waktu untuk memperbaiki. |
| 2 | Daya serap terhadap zat warna kurang | |
| Faktor Manusia | | |

| No | Faktor Penyebab Cacat | Usulan tindakan perbaikan |
|-------------------|--|---|
| 1 | Tidak ada jadwal <i>training</i> yang pasti untuk operator | Pihak HRD dapat melakukan penjadwalan <i>training</i> secara rutin. PT XYZ selama ini mengadakan <i>training</i> hanya untuk karyawan baru. Saran perbaikan yang dapat dilakukan, <i>training</i> juga diberikan kepada karyawan lama sebagai bentuk penyegaran kemampuan. |
| 2 | Kelalaian saat bekerja | Kelalaian pekerja bersumber dari kurangnya fokus saat bekerja. Saran perbaikan yang dapat dilakukan adalah melakukan pengaturan penjadwalan ulang bagi para pekerja, sehingga fokus pekerja terjaga selama bekerja. |
| 3 | Operator kurang cekatan | HRD dan divisi produksi hendaknya memberikan peringatan kepada pekerja yang kurang cakap dalam bekerja, sehingga dapat meningkatkan semangat saat bekerja. Selain itu juga dapat dipertimbangkan untuk menempatkan pekerja sesuai dengan kecakapan dan keahliannya. |
| Faktor Metode | | |
| 1 | Pewarnaan tidak merata | Pewarnaan yang tidak merata disebabkan oleh penyimpanan bahan pewarna yang terlalu lama, sehingga bagian <i>inventory</i> dan produksi dapat merencanakan ulang kapan waktu yang tepat untuk melakukan <i>re-order</i> . Hal ini dapat mengurangi kemungkinan zat warna yang rusak karena penyimpanan. |
| Faktor Lingkungan | | |
| 1 | Kurang pencahayaan | Belang pada kain terjadi salah satunya karena beberapa pekerja tidak dapat melihat dengan jelas, sehingga saat pada kain sudah terjadi belang produksi masih tetap berjalan. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah menambah jumlah lampu di area pewarnaan sehingga memenuhi standar pencahayaan yaitu 300 lux. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah lampu terutama di bagian pojok-pojok ruangan produksi. |

Usulan perbaikan ini dapat dilakukan untuk mengurangi persentase kecacatan pada produk. Adapun *control* dapat dilakukan dalam jangka waktu satu tahun produksi untuk melihat apakah ada pengurangan kecacatan sehingga dapat menaikkan nilai sigma. Monitoring dan evaluasi lebih lanjut dapat dilakukan setiap proses produksi selesai.

6. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, diketahui bahwa persentase kain rayon lebar yang cacat adalah 14,2% dan pada setiap bulannya proporsi produk yang cacat selalu melebihi garis kendali (terjadi *out of control*). Dari analisis dengan menggunakan six-sigma diketahui bahwa jenis cacat terbesar adalah belang, bekas melipat, dan lubang tepi. Hasil nilai sigma dari proses produksi saat ini adalah 3,172. Permasalahan utama dari kain rayon lebar yang cacat adalah terjadinya belang, dan akar permasalahan penyebab belang adalah pembersihan dan *maintanance* mesin yang tidak teratur, metode pewarnaan yang tidak sesuai, pekerja yang terkadang lalai saat bekerja, dan kurangnya pencahayaan pada bagian produksi. Rekomendasi usulan perbaikan yang diberikan adalah pembersihan mesin secara kesuluran dan dilakukan secara terjadwal, penjadwalan ulang jumlah pekerja per *shift* untuk mengurangi kelalaian pekerja, melakukan penjadwalan perbaikan mesin, memberikan *training* secara berkala kepada pekerja, dan menambah penerangan di ruangan produksi. Monitoring dan evaluasi dapat dilakukan secara berkala setiap bulan karena sebelumnya dilakukan tiga bulan sekali, sehingga jika ada jumlah cacat yang besar dapat segera diatasi. Pada penelitian selanjutnya, penerapan Six-Sigma dapat pula diterapkan pada bagian K3 untuk mengkaji bagaimana kualitas penerapan K3 di PT XYZ.

Daftar Pustaka

- Aisyah, S., Purba, H. H., Tampubolon, S., Jaqin, C., Suhendar, A., & Adyatna, H. (2023). Peningkatan Kemampuan Proses Menggunakan Metode Six Sigma: Studi Kasus di Industri Pertambangan Batubara. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 95–102. <https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5527>
- Altezza, A. D., & Susanty, A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Kain Grey Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus: PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta). *Industrial Engineering Online Journal*. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/40316>
- Amrin, F. A., & Yuliawati, E. (2021). Pengendalian Kualitas Kain Batik Tulis Dengan Metode Six Sigma Dan Failure Mode Effect And Criticality Analysis. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IX 2021*. <http://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/2195>
- Bayu, A. K., Muttaqin, A. Z., & Khoiri, H. A. (2023). Quality Control Of Electrical Panel Powder Coating Box Production Using The DMAIC Six Sigma Method at PT DMI Tangerang. *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(4), 987–994. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jutin/article/view/18146>
- Darmawan, T., & Rembulan, G. D. (2023). Upaya Pengendalian Kualitas Produk Usaha Tekstil Di PT. KTP Untuk Meminimalisir Kecacatan. 7(1), 52–61. <https://journal.ubm.ac.id/index.php/pengabdian-dan-kewirausahaan/article/view/4300>
- Darmawi, A., Anandita, R., & Parmawati, S. (2023). Analisis Jump Cone Pada Mesin Winding Savio Menggunakan Metode DMAIC dalam Pengambilan Keputusan. *Jurnal Tekstil (JUTE)*, 6(2), 73–79. <https://jute.ak-tekstilsolo.ac.id/index.php/jurnal/article/view/65>
- Kumar, P., Khan, M. A., Mughal, U. K., & Kumar, S. (2020). Exploring the Potential of Six Sigma (DMAIC) in Minimizing the Production Defects. *Proceedings of the 3rd International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, December 26-27, 2020*, 36–46. <http://www.ieomsociety.org/imeom/260.pdf>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Purba, H. H. (2021). Quality Improvement With The DMAIC Approach Using The Implementation of Benchmarking And KPI Methods. *Industrial Engineering and Operations Management*, 2122–2132. <http://ieomsociety.org/proceedings/2021indonesi a/400.pdf>
- Kurnia, H., Jaqin, C., Purba, H. H., & Setiawan, I. (2021). Implementation of Six Sigma in the Dmaic Approach for Quality Improvement in the Knitting Socks Industry. *Tekstil ve Muhendis*, 28(124), 269–278. <https://doi.org/10.7216/1300759920212812403>
- Kusuma, Yudha Adi; Khoiri, Halwa Annisa; Aryaningtyas, F. D. (2020). PENILAIAN RISIKO KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI KAIN DI PT. XYZ. *Jointech Umk*, 1(1), 11–17. <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/jointech/article/view/10844>
- Kusuma, Y. A., Khoiri, H. A., A, I. M. A., & Herlambang, B. (2024). *Quality control to reduce production defects using control chart , fishbone diagram , and FMEA*. 11(1), 176–186. <https://doi.org/10.37373/tekno.v11i1.968>
- Lestari, F. A., & Purwatmini, N. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC. *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Bisnis*, 5(1), 79–85. <https://doi.org/10.31294/jeco.v5i1.9233>
- Mumtaz, A. H., Mustafid, M., & Sudarno, S. (2021). Analisis Six Sigma Dengan Decision on Belief Chart Pada Produk Hot Strip Mill. *Jurnal Gaussian*, 10(1), 94–103.

- <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v10i1.29951>
- Prasetyo, W. A. (2023). Perbaikan Kualitas Produksi Gula Pasir Dengan Penerapan Lean Six Sigma (Studi Kasus : PT Madubaru). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 2(4), 242–249. <https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/view/142>
- Putri, D. R., & Handayani, W. (2019). Zero Defect Pada Produksi Kantong Kraft Melalui Metode Poka Yoke Di Pt. Industri Kemasan Semen Gresik. *Jurnal MEBIS (Manajemen Dan Bisnis)*, 4(1), 44–58. <https://doi.org/10.33005/mebis.v4i1.52>
- Ridho, D. A., & Suseno, S. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Lean Six Sigma Pada PT. Djohartex. *Jurnal Inovasi Dan Kreativitas (JIKA)*, 2(2), 64–82. <https://doi.org/10.30656/jika.v2i2.6009>
- Setiawan, G. (2023). Penurunan Defect Cacat Tenun Ikat Dengan Dmaic Six Sigma Pada CV. Paradila Lamongan. *04(02)*, 27–34. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/atmosphere/article/view/8479>
- Suhartini, Basjir, M., & Hariyono, A. T. (2020). Pengendalian Kualitas dengan Pendekatan Six Sigma dan New Seventools sebagai Upaya Perbaikan Produk. *Journal of Research and Technology*, 6(2460), 297–311. <https://journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/373>
- Supriyadi, E. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Statistical Proses Control (SPC) Di PT. Surya Toto Indonesia , Tbk. *JITMI Vol.1 Nomor 1 Maret 2018*, 1(1), 63–73. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/1841>
- Tampubolon, S., & Purba, H. H. (2021). Lean six sigma implementation, a systematic literature review. *International Journal of Production Management and Engineering*, 9(2), 125–139. <https://doi.org/10.4995/IJPME.2021.14561>
- Tannady, H., & Chandra, C. (2017). Analisis Pengendalian Kualitas dan Usulan Perbaikan pada Proses Edging di PT Rackindo Setara Perkasa dengan Metode Six Sigma. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 9(2), 123–139. <https://doi.org/10.30813/jiems.v9i2.43>
- Utami, Dina Rosmalia Listya; Mustafid; Rahmawati, R. (2015). Six Sigma Untuk Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Persepsi Kualitas Provider Kartu GSM Prabayar. *Jurnal Gaussian*, 04(1), 21–31. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/8100>