



PAPER – OPEN ACCESS

Pengaplikasian Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Tingkat Kecacatan

Author : Hari Supriyanto, dkk
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1805
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pengaplikasian Metode *Six Sigma* Untuk Mengurangi Tingkat Kecacatan

Hari Supriyanto, Yudha Prasetyawan, Rindi Kusumawardani

Departemen Teknik dan Sistem Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

hariqive@ie.its.ac.id, yudhaprased@ie.its.ac.id, rindi@its.ac.id

Abstrak

Usaha konveksi merupakan salah satu usaha mikro kecil dan menengah atau UMK. Konveksi ini memproduksi beberapa jenis produk pakaian contohnya baju kaos, celana training, kemeja, dan lain-lain. Baju kaos merupakan salah satu produk yang memiliki jumlah produksi tertinggi, namun masih memiliki angka defect dan tingkat ketercapaian produksi paling rendah dibandingkan dengan produk lainnya. Setelah dilakukan perhitungan kondisi *eksisting*, didapatkan bahwa sigma level sebesar 3,51. Dengan analisis *pareto chart* menghasilkan dua jenis *defect* utama dari produksi baju, yaitu *overdefect* defect, dan *DTF failure*. Selanjutnya kedua *defect* tersebut dianalisis menggunakan metode *Root Cause Analysis-RCA* bertujuan mencari akar permasalahannya. Tiap-tiap permasalahan dianalisa dengan *RCA* dilanjutkan ke penilaian lain menggunakan metode *FMEA* untuk mendapatkan prioritas resiko (*risk priority number*) yang sangat penting untuk dilakukan perbaikan. Setelah didapatkannya aspek yang penting untuk dilakukan perbaikan, selanjutnya dirancang alternatif solusi setiap *defect* menyebabkan permasalahan utama; alternatif solusi terbentuk dikembangkan dan selanjutnya setiap solusi alternatif akan dilakukan kombinasi. Tiga kriteria dipakai untuk menilai setiap alternatif adalah *defect reduction*, *production capacity*, *customer satisfaction*. Dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* tiga kriteria tersebut dapat dibobotkan. Kombinasi terpilih adalah alternatif 1 dan 2 yaitu 1, membentuk tim untuk melakukan *preventive maintenance* dan 2, melakukan penggantian *thermostat*, dan melakukan kalibrasi ulang terhadap mesin sablon *press*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *sigma improvement*, didapatkan peningkatan nilai *sigma* dari sigma awal 3.51 *sigma* menjadi 3.80 *sigma*. Terjadi kenaikan sigma sebesar 0,29 *sigma* dari nilai *sigma* awal, dan ini mengindikasikan pilihan alternatif 1 dan 2 dapat menurunkan *defect per million opportunity-dpmo*.

Kata Kunci: *Analysis Hierarchy Process*; Cacat; *Failure Mode and Effect Analysis*; Peningkatan; *Six Sigma*

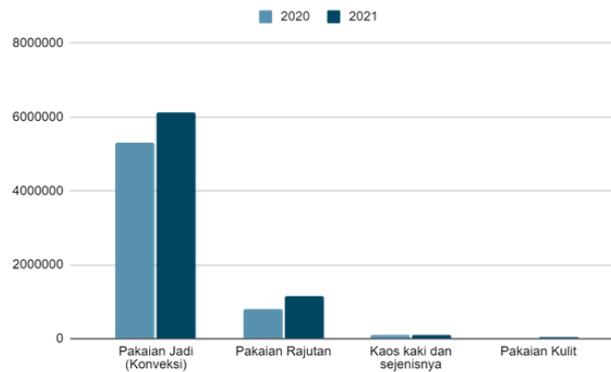
Abstract

The convection business is one of the small and medium enterprises or MSEs. This convection produces several types of clothing products, for example, t-shirts, training pants, shirts, and others. T-shirts are one of the products that have the highest number of production but still have the lowest defect rate and level of production achievement compared to other products. After calculating the existing conditions, it was found that the sigma level was 3.51. With Pareto chart analysis produces two main types of defects, namely overdefect defects, and DTF failures. Each problem analyzed by RCA is continued to another assessment using the FMEA method to obtain a risk priority number for improvement. After obtaining important aspects for improvement, alternative solutions are then designed for each defect that causes the main problem; alternative solutions that are formed are developed and then each alternative solution will be combined. The three criteria are defect reduction, production capacity, and customer satisfaction. The highest value was chosen as an alternative that can improve product quality. The selected alternative combinations are two alternatives, namely 1, forming a team to carry out preventive maintenance and 2, replacing the thermostat, and recalibrating the screen printing press machine. Furthermore, sigma improvement calculations were carried out, an increase in sigma value was obtained, from the initial sigma of 3.51 sigma to 3.80 sigma. There was an increase in sigma of 0.29 sigma from the initial sigma value, and this indicates alternative solutions 1 and 2 can reduce defects per million opportunity-dpmo.

Keywords: *Analysis Hierarchy Process*; Defect; *Failure Mode and Effect Analysis*; Improvement; *Six Sigma*;

1. Latar Belakang

Industri konveksi merupakan salah satu industri yang menghasilkan beberapa produk siap pakai seperti baju kaos, kemeja, jaket, pakaian olahraga, celana panjang maupun pendek, dan berbagai produk lainnya. Usaha Kecil dan Menengah (UKM) sangat berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan ekonomi di Indonesia, ini ditunjukkan oleh data yang disajikan oleh Badan Pusat Statistik yang mencatatkan bahwa sebanyak 52.000.000 UKM di Indonesia menyumbangkan 60% Produk Domestik Bruto (PDB) yang dapat menyerap 97% tenaga kerja, sehingga diproyeksikan bahwa UMKM di Indonesia akan terus berkembang dan memberikan dampak yang sangat besar terhadap penyerapan tenaga kerja produktif [1]. Badan Pusat Statistik juga menunjukkan bahwa pada tahun 2020 hingga 2021, nilai ekspor industri pakaian jadi atau konveksi di Indonesia bertumbuh hingga 19,59% dari periode sebelumnya, hingga mencapai total US\$ 6,1 Juta, lebih jauh dibandingkan beberapa jenis ekspor pakaian lainnya, seperti yang ditunjukkan di grafik di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Nilai Ekspor Pakaian Indonesia

Namun, pada *survey* yang dilakukan oleh *Statista Country Report Indonesia* pada tahun 2020, 35% dari total pakaian yang beredar di Indonesia masih belum memenuhi kualitas dan standarisasi yang telah ditetapkan oleh *Badan Standarisasi Indonesia* atau SNI [2]. Peraturan Nomor 2161 Tahun 2010 mengatur tentang standarisasi produk mulai dari ukuran, kualitas bahan, hingga jaminan mutu bagi konsumen. Berdasarkan permasalahan tersebut, sudah selayaknya industri konveksi di Indonesia mulai memperhatikan kualitas dari produk yang berdampak kepada kepuasan pelanggan.

Industri konveksi pakaian dapat dikategorikan pada perusahaan yang tidak terlalu besar, atau dapat disebut sedang, dikarenakan masih memerlukan tenaga kerja yang relatif sedikit dari industri lainnya, namun di beberapa daerah, industri di bidang konveksi pakaian mengalami peningkatan.

Tabel 1. Jumlah Perusahaan Konveksi Di Indonesia

| JUMLAH PERUSAHAAN KONVEKSI DI INDONESIA | |
|---|------|
| 2017 | 2639 |
| 2018 | 2656 |
| 2019 | 2680 |
| 2020 | 2711 |
| 2021 | 2739 |

Zamrud adalah salah satu konveksi, Perusahaan ini memproduksi beberapa jenis pakaian seperti contohnya baju kaos, kemeja, jaket olahraga, celana *training*, dan berbagai jenis pakaian lainnya yang bersifat MTO (*Make To Order*), sehingga proses produksi baru akan dilakukan apabila adanya pesanan dari *customer*. Saat ini, persaingan harga dan kualitas produk menjadi hal yang sangat krusial dalam penjualan produk, sehingga diperlukan suatu implementasi dari pengendalian mutu produk untuk meminimalkan terjadinya *defect product*. *Quality control* dapat menjamin agar produksi dapat dilakukan seefisien mungkin dan apabila terjadi suatu permasalahan dalam prosesnya, dapat dilakukan beberapa langkah perbaikan [3].

Di dalam proses produksinya, Zamrud masih sangat minim dalam hal pengendalian kualitas, sehingga terjadi beberapa permasalahan yang dapat menghasilkan produk cacat [4]. Cacat produk yang memiliki jumlah *defect* terbanyak adalah produk baju kaos, yang disebabkan oleh beberapa hal seperti kesalahan proses penjahitan disebut dengan *overdeck*, kesalahan proses penyablonan seperti hasil sablon yang terkelupas dan kurang presisi, hingga *defect* yang disebabkan oleh cat sablon yang meluber dan mengenai bagian lain.

Pengendalian kualitas merupakan sistem untuk memverifikasi dan mempertahankan tingkat atau tingkat mutu produk atau proses yang diinginkan melalui perencanaan yang cermat, penggunaan peralatan yang tepat, pemeriksaan terus-menerus, dan tindakan korektif bila diperlukan. Sehingga hasil dari kegiatan pengendalian mutu ini benar-benar dapat memenuhi standar yang telah direncanakan. [5].

Six Sigma adalah salah satu metodologi yang paling populer, alternatif dari prinsip manajemen mutu, dan terobosan dalam bidang manajemen mutu. [6]. *Six Sigma* adalah penerapan prinsip dan teknik kualitas yang terstruktur, terfokus, dan efektif yang ditujukan untuk mencapai kinerja bisnis yang sempurna, dan kinerja bisnis dapat diukur pada tingkat *Sigma*. [4]. Perkembangan *Six Sigma* diawali dari perusahaan asal Jepang yang mengakuisisi pabrik Motorola di Amerika Serikat yang memproduksi set televisi Quasar pada tahun 1970an, dan dengan drastis merubah bagaimana pabrik tersebut beroperasi sehingga menghasilkan *defect product* hingga 1/20 dari total *defect product* pada kondisi sebelumnya, namun tetap menggunakan *resource*, teknologi,

serta tenaga kerja yang sama, dan dapat pula mereduksi *cost* yang terjadi akibat proses produksinya. Selama sepuluh tahun, terbukti Motorola mampu melakukan implementasi dari metode *Six Sigma* hingga mencapai ke titik 3,4 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) yang sukses di masanya [7]. Salah satu metode yang bisa digunakan yaitu metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Tahapan dari DMAIC tersebut dapat meningkatkan proses produksi dengan menurunkan nilai *defect product*.

Tujuan dari paper ini adalah identifikasi *defect product* yang paling berpengaruh, analisa defect tersebut dengan pendekatan RCA (*root cause analysis*), merancang dan menilai alternatif solusi, menghitung nilai sigma awal dan akhir.

Konsep *Six Sigma* diaplikasikan dalam pengurangan variansi produk dan menaikkan kapabilitas proses selama *value stream*, serta mengharapkan terjadinya *zero defect*. Beberapa *tools* yang digunakan untuk menerapkan konsep *Six Sigma* dalam melaksanakan *improvement* yaitu konsep DMAIC, *Value Stream Mapping* (VSM), diagram Pareto, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Root Cause Analysis* (RCA) [8].

2. Tinjauan Pustaka

Montgomery (2012), menjelaskan bahwa *defect* merupakan ukuran yang kurang sesuai dengan standar yang ditetapkan atau tidak memenuhi keinginan pelanggan. Saat dihadapkan dengan ketidaksesuaian atau cacat, DPU atau *Defect Per Unit* dapat digunakan untuk menunjukkan ukuran kemampuan sebuah perusahaan. DPU dapat juga digunakan untuk mengestimasi pengukuran *defect* pada sampel. Untuk mengukur *Defect Per Unit* (DPU), dapat diselesaikan dengan rumus berikut:

$$DPU = \frac{\text{Jumlah Produk Defect}}{\text{Jumlah Barang di Produksi}} \quad (1)$$

Pengukuran menggunakan DPU tidak secara langsung memperhitungkan kompleksitas unit. Cara yang digunakan untuk melakukan ini adalah dengan menggunakan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO). DPMO adalah ukuran kegagalan pada six sigma dimana menunjukkan kerusakan atau kegagalan dalam satu juta produk yang diproduksi. Untuk menghitung nilai DPMO dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Produk Defect}}{\text{Jumlah Barang di Produksi} \times 1.000.000} \quad (2)$$

2.1. Kualitas

Kualitas merupakan hal yang menguraikan karakteristik langsung dari sebuah produk yang meliputi performa keandalan, kemudahan penggunaan, dan berbagai hal lainnya. Menurut *International Organization of Standardization* atau yang biasa disebut sebagai ISO 2000, kualitas merupakan totalitas karakteristik suatu produk barang maupun jasa yang dapat meningkatkan kepuasan konsumen. Kualitas adalah dimensi untuk memperhitungkan bahwa benda ataupun layanan memiliki nilai [9].

Beberapa dimensi kualitas yang dapat diidentifikasi menjadi 8 dimensi yaitu:

- Kinerja (*Performance*)

Dimensi yang berkorelasi erat dengan karakteristik dan fungsi utama dari produk atau jasa tersebut.

- Fitur (*Features*)

Karakteristik pendukung yang dapat menunjang fitur utama dari suatu produk maupun jasa, sehingga dapat memberikan kesan yang lebih kepada *customer* yang menggunakan produk maupun jasa tersebut.

- Keandalan (*Reliability*)

Berkaitan dengan kemampuan dari produk yang dapat bekerja sebagaimana mestinya pada satu jangka waktu dan kondisi tertentu, yang dapat menaikkan kepercayaan konsumen terhadap barang tersebut.

- Kesesuaian (*Conformance*)

Kesamaan antara kinerja produk yang didapatkan dengan standarisasi awal yang telah ditetapkan di awal.

- Ketahanan (*Durability*)

Tingkat ketahanan suatu produk yang telah digunakan pelanggan terhadap produk yang telah dibeli dan digunakan sebagaimana semestinya hingga akhirnya harus diganti. Umumnya tingkat ketahanan suatu produk diukur dari waktu daya tahan produk tersebut dapat digunakan secara normal.

- Kemampuan Pelayanan (*Serviceability*)

Kemudahan dalam kecepatan dan kenyamanan yang dialami pelanggan dalam melaksanakan servis produk secara berkala. Faktor ini sangat berkaitan erat dengan *after sales product* yang disediakan produsen terhadap suatu produk yang telah mereka produksi.

- Estetika (*Aesthetic*)

Berhubungan dengan wujud fisik yang dapat dilihat meliputi warna, bau, corak, dan lain-lain yang dapat menjadi daya tarik produk tersebut terhadap konsumen.

- Kesan Kualitas (*Perceived Quality*)

Berhubungan terhadap kesan yang didapatkan oleh pelanggan setelah pembelian produk dari suatu produsen yang berkaitan erat dengan *brand, image*, dan status sosial dari produk itu sendiri.

2.2. Six Sigma

Six Sigma adalah metode untuk menaikkan kualitas produksi. Metode ini pertama kali diterapkan oleh perusahaan Motorola pada tahun 1986. Pada *six sigma* terdapat level *sigma* yang dimanfaatkan untuk ukuran produk yang diartikan sebagai kesalahan yang terjadi di dalam proses, dimana level *sigma* menunjukkan jumlah cacat. *Six sigma* artinya dalam satu juta kesempatan, menampilkan bahwa kuantitas cacat yang dapat terjadi adalah 3,4 produk (Thomas Pyzdek, 2009). Tingkat tertinggi dari *Sigma* adalah *Six Sigma* yang memiliki 99,99966% atau dapat diubah menjadi 3,4 DPMO yang dikategorikan sebagai perusahaan kelas dunia [10].

Tabel 2. Kategori *Six Sigma*

| Motorolla Company's 6-Sigma Process | | | |
|-------------------------------------|----------|--------|------------------------------------|
| Spec Limit | Percent | DPMO | Kategori |
| 1 SIGMA | 30,23 | 697700 | Perusahaan Sangat Tidak Kompetitif |
| 2 SIGMA | 69,13 | 308700 | Rata-Rata Industri Indonesia |
| 3 SIGMA | 93,32 | 66810 | Rata-Rata Industri |
| 4 SIGMA | 99,379 | 6210 | Rata-Rata Industri Amerika |
| 5 SIGMA | 99,9767 | 233 | Rata-Rata Industri Jepang |
| 6 SIGMA | 99,99966 | 3,4 | Perusahaan Kelas Dunia |

Aplikasi *Six Sigma* terlihat dari hasil yang didapatkan oleh perusahaan yang menerapkan, seperti contohnya survei yang dilakukan oleh Amerika Serikat yang menunjukkan bahwa peningkatan perusahaan yang dapat mencapai nilai 4 sigma mendapatkan manfaat seperti:

- Peningkatan keuntungan hingga rata-rata 20%.
- Peningkatan kapasitas perusahaan pertahun hingga 12% - 18%.
- Biaya tenaga kerja yang menurun hingga 12%.
- Biaya operasional yang dapat direduksi sampai 10% - 30%.

Terdapat 5 fase dalam *Six Sigma*, yaitu siklus DMAIC.

- Define

Fase *define* adalah fase untuk mendefinisikan masalah yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kualitas produk setelah dilakukannya perbaikan. Hasil dari fase *define* adalah didapatkannya masalah yang memiliki peluang untuk dilakukan aktivitas *improvement*.

- Measure

Fase ini melakukan pengukuran terhadap kinerja pada kondisi *existing*. Beberapa kegiatan yang dilakukan dalam proses ini adalah dilakukannya pengumpulan data secara langsung dan menghitung nilai sigma dan DPMO dari kondisi *existing* pada objek amatan.

- Analyze

Fase *analyze* merupakan fase untuk melakukan analisis terhadap potensi penyebab terjadinya permasalahan dari identifikasi pada fase *define*.

- Improve

Pada fase *improve*, dibentuk alternatif solusi perbaikan. Pada tahap ini dibangun alternatif solusi perbaikan, pengukuran perbaikan, dan implementasi yang dapat dilakukan oleh perusahaan. Pada fase ini akan terjadi perbaikan dari kondisi *existing*, sehingga diharapkan terjadi *improvement* terhadap masalah yang muncul.

- Control

Pada fase *control* dilakukan pengawasan dari proses yang telah dilakukan *improvement*, bertujuan untuk memastikan proses perbaikan yang dilakukan sesuai dengan harapan. Fase ini dilakukan dengan membentuk standarisasi evaluasi dan menetapkan *Standard Operation Process* (SOP).

3. Metodologi

Langkah-langkah yang akan diikuti dalam penulisan *paper* ini adalah 4 fase, yaitu fase *Define, Measure, Analysis dan Improve*.

3.1. Fase Define

Fase *define* adalah fase yang dilakukan untuk melakukan pendefinisian yang menunjukkan masalah sehingga akhirnya akan memberi pengaruh kualitas produk setelah dilakukannya. Pada fase ini terdapat beberapa kegiatan seperti:

- Kondisi *Existing*

Pada tahapan ini, pengamatan dilakukan secara langsung di lapangan, sehingga mengetahui proses produksi, penilaian *Key Performance Index* (KPI), hingga performansi produksi [11].

- Identifikasi Jenis *Defect*

Dilaksanakan penjabaran beberapa jenis *defect* yang terjadi dari proses produksi, dimulai dari proses *cutting* hingga proses *packaging*. Tujuan dari proses ini yaitu untuk mengetahui *defect* kritis sehingga dapat ditentukan *improvement*.

- Pembentukan Value Stream Mapping (VSM)

Pembentukan *value stream mapping* untuk melakukan analisis informasi dan aliran material yang terdiri dari beberapa informasi mengenai perpindahan material yang dimulai dari proses pemesanan hingga distribusi produk ke customer. Dengan dibentuknya VSM, dapat dilihat bagian proses perlu dilakukan *improvement* [6].

3.2. Fase Measure

Pada fase ini dilakukan beberapa kegiatan mulai dari kondisi awal. Fase *measure* dilakukan dengan beberapa langkah berikut:

- Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* kondisi *existing*.
- Penetapan *critical to quality*.

3.3. Fase Analysis

Setelah ditemukan *defect* yang dikategorikan paling kritis, selanjutnya menganalisa penyebab terjadinya *defect*. Beberapa tahapannya adalah sebagai berikut:

- Membangun *Root Cause Analysis* (RCA) [12]

Pada tahap ini dilakukan untuk menemukan akar penyebab dari *defect* yang terjadi.

- Membangun *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [13]

Setelah dilakukannya analisa terhadap *defect* tersebut, selanjutnya adalah analisa terhadap efek yang dihasilkan dari tiap jenis *defect* yang terjadi.

3.4. Fase Improve

Setelah sebelumnya sudah dilakukan analisis terhadap penyebab dari *defect* yang terjadi di objek amatan, selanjutnya dilakukan fase *improve* yang dibentuk untuk membangun usulan perbaikan yang didapat dari variabel kritis yang telah didapatkan sebelumnya. Setelah didapatkan beberapa usulan perbaikan dilakukan pembobotan dan pemilihan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang telah diberikan menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Setelah didapatkan alternatif terbaik, dilakukan perhitungan DPMO kembali untuk mengetahui hasil dari dilakukan *improvement* [14].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Fase Define

Konveksi memproduksi berbagai macam produk pakaian dan jersey olahraga, namun produk baju kaos sebagai objek amatan dikarenakan beberapa alasan seperti:

- Baju kaos merupakan produk yang paling banyak diproduksi dibandingkan produk-produk lainnya.
- Memiliki jumlah *defect* yang tergolong paling tinggi dibandingkan dengan produk lainnya.
- Produksi baju kaos masih memiliki nilai ketercapaian target produksi yang tergolong rendah dibandingkan dengan produk lainnya.

Berikut merupakan persentase ketercapaian target produksi dan jumlah *defect* perusahaan.

Tabel 3. Ketercapaian Target Produksi Perusahaan

| Jenis Produk | Jumlah Produksi | | | Total Defect | |
|-----------------|-----------------|--------|--------------|--------------|----------------|
| | Target | Aktual | Ketercapaian | Piece | Persentase (%) |
| Celana Training | 857 | 867 | 101,2% | 9 | 1,0 |
| Jersey | 120 | 119 | 99,2% | 3 | 2,3 |
| Baju Polo | 785 | 782 | 99,6% | 7 | 0,9 |
| Kemeja Bordir | 624 | 636 | 102,0% | 7 | 1,2 |
| Baju Kaos | 2100 | 1817 | 86,5% | 80 | 4,4 |

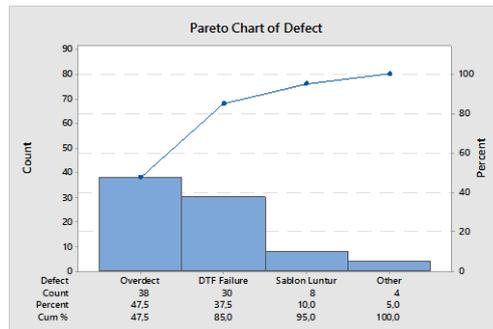
Melalui presentase ketercapaian dan total *defect* juga dapat dilihat jika produk baju kaos memiliki nilai ketercapaian produksi yang rendah, dan persentase total *defect* yang paling tinggi dibandingkan dengan produk lainnya. Untuk itu, dibutuhkan perbaikan di proses produksi baju kaos.

4.2. Fase Measure

Pada tahap ini terdapat penjabaran dan analisis jenis defect yang mempengaruhi kualitas produk.

- *Overdeck*, cacat yang terjadi di dalam proses penjahitan. Cacat ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti mesin jahit yang bekerja tidak normal, pengaturan mesin yang kurang baik, posisi menjahit yang tidak baik, hingga pengukuran potongan kain yang salah sehingga menyebabkan hasil dari penjahitan menjadi lepas ataupun tidak presisi.
- *DTF failure* adalah defect yang disebabkan oleh mesin DTF yang *failure* dalam proses penyablonan, sehingga menyebabkan hasil sablonan yang tidak sesuai. *Defect* ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, mulai dari pekerja yang kurang terampil dalam menggunakan mesin sablon, hingga kalibrasi suhu mesin yang kurang tepat.
- Sablon luntur adalah kategori defect karena hasil sablon menjadi luntur.
- Produk kotor. Cacat jenis ini sepenuhnya disebabkan oleh kelalaian dari pekerja dalam melakukan pemindahan dari satu proses ke proses selanjutnya, sehingga menyebabkan produk baju kaos terkena kotoran seperti bahan pewarna sablon, hingga jenis kotoran lainnya.

Berdasarkan beberapa jenis defect yang telah dijelaskan diatas, tahap selanjutnya adalah identifikasi jenis defect yang dapat dikategorikan sebagai CTQ (*Critical to Quality*). CTQ dapat diartikan sebagai karakteristik yang mempengaruhi kualitas dari sebuah produk yang diartikan sebagai beberapa atribut yang berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan customer. Berdasarkan data dapat diketahui jumlah defect dari setiap CTQ potensial yang ditunjukkan seperti di bawah ini:



Gambar 2. Pareto Defect Product

Penentuan keputusan dengan menggunakan *Pareto Chart* adalah prinsip 20 – 80, artinya defect yang berpengaruh hingga mencapai 80% dari total keseluruhan defect yang terjadi akan diprioritaskan untuk dilakukan *improvement* terlebih dahulu. Defect yang diprioritaskan dilakukan *improvement* adalah defect *overdeck* yang mempengaruhi sebesar 47,5% dan defect *DTF failure* yang mempengaruhi sebesar 37,5% dari total keseluruhan defect yang ada pada proses produksi.

Berdasarkan *Critical to Quality* (CTQ) maka proses pada kedua jenis CTQ yang dipilih menjadi penyebab terjadinya defect. Yang menjadi indicator adalah ukuran nilai sigma. Tabel dibawah akan menunjukkan langkah-langkah kalkulasi nilai sigma secara manual. Dapat diketahui bahwa perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dari proses produksi baju kaos adalah sebesar 22014 dan memiliki nilai sigma sebesar 3,51 dengan CTQ sebanyak 2 jenis. Nilai sigma level dapat dilakukan perubahan menjadi *Cost of Poor Quality* [15], [16] yang menunjukkan seberapa besar kerugian yang dialami berdasarkan kualitas yang buruk. Berikut merupakan tabel COPQ yang dapat dijadikan acuan konversi nilai sigma.

Tabel 4. Konversi COPQ

| Nilai Sigma | DPMO | COPQ |
|-------------|--------|--------------------------------|
| 1 Sigma | 691462 | Tidak dapat dihitung |
| 2 Sigma | 308538 | Tidak dapat dihitung |
| 3 Sigma | 66807 | 25% - 40% dari total penjualan |
| 4 Sigma | 6210 | 15% - 25% dari total penjualan |
| 5 Sigma | 233 | 5% - 15% dari total penjualan |
| 6 Sigma | 3,4 | <1% dari total penjualan |

4.3. Fase Analysis

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa proses produksi baju kaos mengalami kerugian yang disebabkan oleh kualitas produksi yang buruk, sebesar 25% - 40% dari seluruh penjualan produk baju kaos. Oleh karena hal tersebut, proses produksi tersebut perlu untuk dilakukannya *improvement*.

Kedua *defect* yang menjadi CTQ adalah *overdect* yang memiliki pengaruh sebesar 47,5%, dan *DTF failure* yang mempengaruhi sebesar 37,5% dari total *defect product*. Kedua persentase *defect* tersebut mempengaruhi sebesar 85% dari keseluruhan *defect* yang terjadi, yang dimana total persentase tersebut telah melampaui prinsip 20-80 *pareto chart*. Penjelasan dari kedua *defect* tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

Overdect adalah cacat yang terjadi didalam proses penjahitan. Cacat ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti contohnya mesin jahit yang bekerja tidak normal, pengaturan mesin yang kurang baik, posisi menjahit yang tidak baik, hingga pengukuran potongan kain yang salah sehingga menyebabkan hasil dari penjahitan menjadi lepas ataupun tidak presisi. Jenis *defect* ini dapat dikategorikan menjadi yang paling merugikan perusahaan. *DTF failure* adalah *defect* yang disebabkan oleh mesin DTF mengalami *failure* dalam proses penyablonan, sehingga menyebabkan hasil sablonan yang tidak sesuai. *Defect* ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, mulai dari pekerja yang kurang terampil dalam menggunakan mesin sablon, hingga kalibrasi suhu mesin yang kurang tepat. Proses sablon DTF menggunakan metode *press* yang telah diatur dalam suhu tertentu dan ditahan dalam kurun waktu yang telah ditentukan.



Gambar 3. Defect Overdect



Gambar 4. Defect DTF Failure

Langkah selanjutnya adalah mencari penyebab terjadinya *defect* dengan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dan dilakukan analisa efek dari *defect* kritis dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). RCA adalah suatu teknik untuk menemukan akar penyebab dari suatu masalah yang telah terjadi. Metode-metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan sebuah *problem*, yaitu metode 5 *why's* dan *fishbone*. Metode 5 *why's* untuk menemukan akar penyebab permasalahannya. Dalam mencari inti permasalahan *defect overdect*, dilakukan analisis 5 *why* dengan menemukan jawaban dari pertanyaan mengapa (*why*) sebanyak lima kali. Penentuan penyebab yang paling kritis diambil dari jawaban *why* yang paling akhir, dikarenakan *why* terakhir adalah penyebab yang dianggap paling kritis dari penyebab yang sebelumnya. Beberapa penyebab awal dari *defect overdect* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Permasalahan *Defect Overdect*

| Jenis Defect | Permasalahan |
|--------------|--|
| Overdect | Jahitan terlepas <input type="checkbox"/> |
| | Jahitan tidak presisi <input type="checkbox"/> |

Tabel 6. Permasalahan Defect DTF Failure

| Jenis Defect | Permasalahan |
|--------------|--|
| DTF Failure | Hasil sablonan meleleh |
| | Produk tidak tersablon secara sempurna |

Langkah berikutnya adalah analisis terhadap setiap akar permasalahan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Tujuan dari FMEA adalah untuk menunjukkan akar penyebab dari setiap jenis cacat yang prioritas untuk dilakukan perbaikan melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN). Pada perhitungan RPN, dibutuhkan data tingkat keparahan (*severity*), frekuensi terjadinya (*occurance*), dan kesulitan untuk melakukan deteksi (*detection*).

Severity adalah ukuran seberapa serius dampak dari akar penyebab menyebabkan kesalahan. *Occurance* adalah nilai yang menunjukkan frekuensi atau kemungkinan kegagalan yang disebabkan oleh akar penyebab dibandingkan dengan jumlah total kejadian kegagalan. *Detection* menunjukkan sulitnya mendeteksi gejala yang disebabkan oleh akar penyebab cacat yang dihasilkan.

Semua penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* diperoleh dari hasil diskusi dan *brainstorming* yang dilakukan bersama dengan *owner* yang merangkap sebagai kepala produksi, sehingga kriteria dalam pemberian nilai sudah sesuai dengan kondisi yang terjadi secara langsung di lini produksi.

Risk Priority Number (RPN) adalah perkalian dari *severity*, *occurrence*. Nilai RPN selanjutnya menjadi acuan untuk memilih akar permasalahan yang hendak diperbaiki. Akar permasalahan yang bernilai RPN tertinggi merupakan akar permasalahan paling kritis dan perlu dilakukan *improvement*. Hasil penilaian SOD dan nilai RPN dari kedua jenis *defect* dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 7. Penilaian RPN

| Jenis Defect | Effect | Cause | Severity | Occurance | Detection | RPN |
|--------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----|
| Overdect | Produk tidak bisa dijual | Perkiraan umur sparepart kurang tepat | 7 | 5 | 5 | 175 |
| | | Mesin sudah cukup tua | 5 | 6 | 5 | 150 |
| | | Perawatan mesin tidak rutin | 7 | 6 | 6 | 252 |
| | | Setting mesin buruk | 6 | 4 | 5 | 120 |
| | | Tidak adanya SOP kerja | 3 | 4 | 4 | 48 |
| | | Ukuran meja jahit tidak sesuai | 4 | 2 | 2 | 16 |
| DTF Failure | Dilakukan proses penyablonan ulang | Bahan dari supplier kurang baik | 4 | 2 | 3 | 24 |
| | | Kelalaian pegawai | 5 | 4 | 4 | 80 |
| | | Keakuratan thermostat kurang baik | 5 | 5 | 4 | 100 |

Pada jenis *defect overdect*, nilai rekapitulasi RPN tertinggi adalah perawatan mesin yang dilakukan tidak secara rutin dengan (RPN =252). Sedangkan untuk jenis *defect DTF failure* nilai RPN tertinggi adalah keakuratan *thermostat* kurang baik dengan nilai rekapitulasi RPN sebesar 100.

4.4. Fase Improve

Tahap *improve* merupakan tahap dilakukannya pemberian alternatif usulan terhadap permasalahan yang terjadi. Permasalahan yang diprioritaskan adalah permasalahan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) terbesar dari setiap masalah. Pemilihan alternatif solusi yang perbaikan berdasarkan pada kriteria yang ditentukan.

Tabel 8. Alternatif *Defect Overdect*

| Jenis <i>defect</i> | RPN Terbesar | Alternatif |
|---------------------|--|---|
| <i>Overdect</i> | Perawatan mesin tidak dilakukan secara rutin | Membentuk tim untuk melakukan <i>preventive maintenance</i> dan melakukan perhitungan perawatan mesin berdasarkan analisa <i>part reliability</i> |

Berikut merupakan langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk melakukan *improvement* tersebut adalah membentuk tim untuk dilakukannya *preventive maintenance*, melakukan pengukuran *part reliability* pada mesin jahit, membuat SOP pada perawatan mesin dan membentuk penjadwalan *preventive maintenance* yang dikontrol secara lebih teratur dalam kurun waktu tertentu berdasarkan perhitungan *part reliability* yang telah dilakukan sebelumnya.

Keakuratan *thermostat* yang kurang baik akan menyebabkan panas saat dilakukannya proses *pressing* akan menjadi tidak stabil, sehingga akan menyebabkan hasil sablon menjadi melepuh dan menyebabkan hasil sablonan berbintik, atau ada bagian yang tidak tersablon sehingga hasil akhir menjadi kurang baik. *Improvement* yang dapat menanggulangi terjadinya *defect DTF failure* adalah dengan melakukan *preventice maintenance* dan melakukan kalibrasi ulang terhadap *thermostat* di alat *DTF press*. SOP mengenai penggunaan mesin seharusnya juga dilakukan untuk mencegah terjadinya *defect*.

Tabel 9. Alternatif *Defect DTF Failure*

| Jenis <i>defect</i> | RPN Terbesar | Alternatif |
|---------------------|--|--|
| <i>DTF failure</i> | Keakuratan <i>thermostat</i> sudah kurang baik | Penggantian <i>thermostat</i> apabila sudah tidak akurat, dan melakukan kalibrasi ulang. |

Terdapat empat alternatif *improvement* yang didapatkan kedua jenis *defect* tersebut. Alternatif 1, membentuk tim uuntuk melakukan *preventive maintenance* dan melakukan perhitungan perawatan mesin berdasarkan analisa *part reliability*, alternatif 2, melakukan penggantian *thermostat*, dan melakukan kalibrasi ulang terhadap mesin sablon *press DTF*, alternatif 3, Membentuk tim untuk menghitung waktu interval perawatan mesin, melakukan *preventive maintenance*, dan melakukan kalibrasi ulang terhadap *thermostat*.

Untuk pemilihan alternatif terbaik, digunakan perhitungan *value* yang melakukan penilaian dari berbagai dua sisi yaitu *cost* dan *performance* dari kombinasi alternatif yang muncul. Untuk itu ditentukan dahulu kriteria pemilihannya dan dibobotkan tiap kriterianya. Kriteria performansi yang dilakukan pembobotan adalah 1, *Defect reduction*, 2. *Production capacity*, 3. *Customer satisfaction*. Dengan menggunakan aplikasi *Expert Choice*, diperoleh bobot tiap kriteria 1, *Defect reduction* (0.682), 2. *Production capacity* (0.236), 3. *Customer Satisfaction* (0.082).

Tabel 10. Perhitungan *Value*

| Kombinasi Alternatif | Bobot Kriteria | | | Performansi | Biaya | Value |
|----------------------|----------------|-------|-------|---------------|---------------|-------|
| | A | B | C | | | |
| | 0,682 | 0,236 | 0,082 | Rp 16.900.373 | | |
| Kondisi Awal (0) | 5 | 6 | 6 | 5,318 | Rp 89.876.186 | 1,00 |
| 1 | 7 | 8 | 8 | 7,318 | Rp 90.362.297 | 1,37 |
| 2 | 6 | 7 | 8 | 6,4 | Rp 92.702.186 | 1,17 |
| 1,2 | 8 | 8 | 9 | 8,082 | Rp 93.188.297 | 1,47 |

Setelah dilakukan *improvement*, didapatkan peningkatan nilai *sigma* menjadi 3.80, mengalami peningkatan nilai *segma* sebesar 0,29.

5. Kesimpulan

Beberapa simpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- Identifikasi dengan *Critical to Quality-CTQ*, terdapat dua *defect* yang menjadi masalah, yaitu *overdect* dengan persentase sebesar 47,5%, dan *DTF failure* dengan persentase sebesar 37,5%.
- Analisa *Root Cause Analysis* menunjukkan bahwa penyebab terjadinya *overdect* adalah perkiraan umur *sparepart* yang kurang tepat, mesin yang sudah cukup tua, tidak dilakukannya perawatan mesin secara rutin, *setting* mesin yang tidak dilakukan dengan baik, dan tidak adanya SOP kerja. Sedangkan *DTF failure* disebabkan oleh material dari *supplier* yang kurang baik, kelalaian pegawai, ukuran meja jahit yang tidak sesuai, dan keakuratan *thermostat* yang tidak layak pakai.
- Terdapat dua alternatif solusi terhadap penyebab paling kritis. Kedua solusi tersebut adalah melakukan *preventive maintenance*, melakukan perhitungan perawatan mesin berdasarkan analisa *part reliability*, penggantian *thermostat*, dan melakukan kalibrasi ulang terhadap *thermostat* sebelum digunakan.
- Nilai sigma awal sebesar 3,51 dengan DPMO sebanyak 22014, dan terjadi kenaikan sigma dengan penerapan alternatif 1 dan 2, didapatkan bahwa nilai sigma *improvement* bernilai 3.80 *sigma* atau dapat dikatakan naik 0.29 *sigma* dari kondisi *existing*. Kenaikan *sigma* ini memberi indikasi terjadi penurunan nilai DPMO.

Referensi

- [1] P. Ziegenhain, "ASEAN 2025: Toward Increased Investment in the Southeast Asia Region?," AEGIS J. Int. Relations, vol. 4, no. 1, 2020, doi: 10.33021/aegis.v4i1.791.
- [2] A. I. Report, 2020 – 2021. 2021.
- [3] K. Siregar and Elvira, "Quality control analysis to reduce defect product and increase production speed using lean six sigma method," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 801, no. 1, pp. 0–8, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/801/1/012104.
- [4] I. C. B. Rosa, T. R. Damayanti, A. L. Kusumaningrum, and S. S. Islam, "Product defects analysis using six sigma method – a case study at rice milling Company," Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag., pp. 158–169, 2021.
- [5] V. Gupta, R. Jain, M. L. Meena, and G. S. Dangayach, "Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study," J. Ind. Eng. Int., vol. 14, no. 3, pp. 511–520, 2018, doi: 10.1007/s40092-017-0234-6.
- [6] A. M. H. Pereira, M. R. Silva, M. A. G. Domingues, and J. C. Sá, "Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study," Qual. Innov. Prosper., vol. 23, no. 3, pp. 103–121, 2019, doi: 10.12776/QIP.V23I3.1334.
- [7] D. Mendez, "Defects Per Million Opportunities Project (Dpmo) Chair, Tim Kruse," 2004, [Online]. Available: [http://www.docstoc.com/docs/56772858/Defects-Per-Million-Opportunities-Project-\(DPMO\)-Chair-Tim-Kruse](http://www.docstoc.com/docs/56772858/Defects-Per-Million-Opportunities-Project-(DPMO)-Chair-Tim-Kruse).
- [8] M. Gunduz and A. Naser, "Value Stream Mapping as a Lean Tool for Construction Projects," Int. J. Struct. Civ. Eng. Res., no. April, pp. 69–74, 2019, doi: 10.18178/ijscer.8.1.69-74.
- [9] N. Ramya, "Development," no. May, 2019.
- [10] C. V. Vasconcellos de Magalhaes Castro and J. B. De Camargo Junior, "The benefits and challenges of a continuous improvement area in a manufacturing plant," Quaestum, vol. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.22167/2675-441x-20200528.
- [11] R. Sanchez-Marquez, J. M. Albarracín Guillem, E. Vicens-Salort, and J. Jabaloyes Vivas, "A systemic methodology for the reduction of complexity of the balanced scorecard in the manufacturing environment," Cogent Bus. Manag., vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.1080/23311975.2020.1720944.
- [12] D. Mahto and A. Kumar, "Application of root cause analysis in improvement of product quality and productivity," J. Ind. Eng. Manag., vol. 1, no. 2, pp. 16–53, 2008, doi: 10.3926/jiem.2008.v1n2.p16-53.
- [13] S. Sachin and J. Dileepal, "Six Sigma Methodology for Improving Manufacturing Process in a Foundry Industry," vol. 6495, no. 5, 2017.
- [14] N. Jamil, H. Gholami, M. Z. M. Saman, D. Streimikiene, S. Sharif, and N. Zakuan, "DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system," Econ. Res. Istraz., vol. 33, no. 1, pp. 331–360, 2020, doi: 10.1080/1331677X.2020.1715236.
- [15] M. Bell and M. B. August, "Marc bell | august 2020," no. AUGUST, pp. 1–15, 2020.
- [16] A. Adeodu, M. G. Kanakana-Katumba, and M. Rendani, "Implementation of lean six sigma for production process optimization in a paper production company," J. Ind. Eng. Manag., vol. 14, no. 3, pp. 661–680, 2021, doi: 10.3926/jiem.3479.