
ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MENGURANGI CACAT PRODUK DENGAN METODE SIX SIGMA DI UMKM MAKMUR SANTOSA

Oleh

Adi Juwito¹, Ari Zaqi Al-Faritsy²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta

E-mail: ¹adjuwito01@gmail.com, ²ari_zaqi@uty.ac.id

Article History:

Received: 09-06-2022

Revised: 24-06-2022

Accepted: 14-07-2022

Keywords:

Six Sigma, Pengendalian
Kualitas, Produk Cacat,
Gagang Sapu

Abstract: *UMKM Makmur Santosa* beralamat di Kelat, Jelok, Cepogo, Boyolali adalah sebuah UMKM yang memproduksi gagang sapu, didalam produksi gagang sapu UMKM Makmur Santosa sangat memperhatikan kualitas dari bahan-bahan yang digunakan agar mendapatkan hasil produk yang baik dan berkualitas dipasaran. dari data 1 Maret sampai dengan 30 Maret 2022 untuk cacat bengkok sebesar 26%, cacat berserabut sebanyak 35% dan cacat patah sebanyak 39%, sehingga mengakibatkan terjadi proses produksi ulang, mengakibatkan penambahan biaya produksi dan penambahan dalam waktu produksi. Dari permasalahan ini penelitian ini menggunakan metode six sigma. Six sigma berfokus untuk mengurangi cacat dengan menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses. Dalam six sigma terdapat 5 fase yaitu define, measure, analyze, improve, dan control. Berdasarkan hasil pengolahan data diketahui beberapa faktor yang menjadi penyebab diantaranya: faktor manusia, metode, material, mesin dan lingkungan. Faktor operator (manusia) dimana pekerja kurang fokus dalam proses dowel yang menyebabkan kayu/gagang sapu patah. Faktor mesin pada pisau mesin dowel yang tidak tajam mengakibatkan kayu atau gagang sapu menjadi berserabut tidak halus. Upaya yang dilakukan saat ini untuk mengurangi tingkat kecacatan produk gagang sapu di UMKM Makmur Santosa, Melakukan penjadwalan kegiatan harian pada proses dowel dan menentukan prioritas produksi secara efektif dan efisien, Pergantian komponen yang sudah rusak pada mesin, mesin haru dicek sebelum melakukan proses produksi.

PENDAHULUAN

Meningkatkan pada kualitas produk bertujuan untuk selalu menjaga kepuasan konsumen, dimana merupakan salah satu hal yang menjadi tujuan bagi setiap perusahaan. Banyaknya produk yang dihasilkan dengan berbagai macam mutu, jenis, serta bentuk,

dimana keseluruhan tersebut ditujukan untuk menarik minat konsumen, sehingga konsumen cenderung akan melakukan aktivitas membeli produk tersebut. Oleh karena itu setiap UMKM dituntut agar mampu menciptakan produk dengan kualitas dan spesifikasi yang baik. Produk yang berkualitas terbaik akan mencerminkan keberhasilan suatu perusahaan atau UMKM dalam memenuhi harapan konsumen, yang tentunya akan membawa citra baik bagi perusahaan.

UMKM Makmur Santosa beralamat di Kelat, Jelok, Cepogo, Boyolali adalah sebuah UMKM yang memproduksi gagang sapu, didalam produksi gagang sapu UMKM Makmur Santosa sangat memperhatikan kualitas dari bahan-bahan yang digunakan agar mendapatkan hasil produk yang baik dan berkualitas dipasaran. UMKM Makmur Santosa dalam satu hari memproduksi gagang sapu dari 300 sampai 1000 tergantung dari pesanan dan bahan baku yang ada. UMKM Makmur Santosa bisa menghasilkan produk berkualitas tinggi dari data produksi gagang sapu pada bulan januari 2022 masih terdapat produk cacat produk gagal dalam produksi gagang sapu yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu gagang sapu bengkok atau tidak lurus ukuran kurang panjang atau patah saat proses produksi dan tidak mulus atau berserabut mengakibatkan cacat produk, dari data 1 maret sampai dengan 30 Maret 2022 untuk cacat bengkok sebesar 26%, cacat berserabut sebanyak 35% , dan cacat patah sebanyak 39%, sehingga mengakibatkan terjadi proses produksi ulang, mengakibatkan penambahan biaya produksi dan penambahan dalam waktu produksi.

Kualitas adalah keseluruhan fitur dan juga karakteristik sebuah barang atau jasa yang menggunakan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang tertulis maupun tersirat (Jay & Render, 2015). Usaha pengendalian kualitas dalam produksi merupakan usaha pencegahan dan dilaksanakan sebelum kesalahan kualitas produk tersebut terjadi, melainkan mengarahkan agar kesalahan kualitas tersebut tidak terjadi dalam kelompok batik yang bersangkutan.

Pengendalian kualitas merupakan salah satu teknik yang perlu dilakukan mulai dari sebelum proses produksi berjalan, pada saat proses produksi, hingga proses produksi berakhir dengan menghasilkan produk akhir. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sebisa mungkin mempertahankan kualitas yang sesuai (Supriyadi, 2018). Untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas, perusahaan harus merencanakan dan mengendalikan dengan baik proses produksi produk tersebut (Weckenmann et al., 2015). Kegiatan pengendalian kualitas akan membantu perusahaan dalam menghasilkan produk yang bermutu baik, meningkatkan mutu produk secara terus-menerus, dan dapat menekan biaya produksi (Kemit et al., 2016).

Permasalahan yang terjadi pada UMKM Makmur Santosa adalah kecacatan produk pada gagang sapu, untuk mengatasi masalah tersebut peneliti menerapkan metode *Six Sigma*.

Six Sigma merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* yang merupakan suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus-menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma (Gasperz, 2007). Pendekatan *Lean* bertujuan untuk menghilangkan pemborosan, memperlancar aliran material, produk dan informasi, serta peningkatan secara terus-menerus. Sedangkan

pendekatan Six Sigma bertujuan untuk mereduksi variasi, pengendalian proses dan peningkatan terus-menerus (Gasperz, 2007). Integrasi antara *Lean* dan *Six Sigma* akan meningkatkan kinerja bisnis dan industry melalui peningkatan kecepatan (*shorter cycle time*) dan akurasi (*zero defect*). Pendekatan *Lean* akan menyingkap *Non-Value Added* dan *Value Added* serta membuat *Value Added* mengalir secara lancar sepanjang *value stream process*, sedangkan *Six Sigma* akan mereduksi *Value Added* tersebut (Gasperz, 2007).

Lean Six Sigma sudah banyak di aplikasikan seperti *Literature Review of Lean Six Sigma (LSS) Implementation and Recommendations for Implementation in the Defense Industries* (Sarman & Soediantoro, 2022), Efisiensi Biaya Listrik Dengan Penerapan *Lean Six Sigma* Studi Kasus di PT X di Cikarang (Rahardjho, 2020), Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma Studi kasus di PT. XYZ (Ridwan, 2020), Pengurangan Waste Pada Produksi Pelet Kayu dengan Pendekatan *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Kualitas Produk di PT Carsurindo (Dinda, 2020), Pengendalian Kualitas Produk Clarisa menggunakan Metode *Lean Six Sigma* dan Metode FMECA (Failure Mode And Effect Cricitality Analysis) Studi Kasus : Pt. Maspion III (Sulistyowati, 2020), Pengurangan Waste Untuk Peningkatan Kualitas Sarsaparilla Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma* dan *Weighted Product* Pada PT. Pabrik Es Siantar (Esterlita, 2021).

LANDASAN TEORI

Definisi Kualitas

Kualitas adalah suatu tanggung jawab yang penting dalam operasi, karena akan mempengaruhi organisasi secara luas, keputusan dalam mutu harus memastikan bahwa mutu terkait langsung dalam setiap tahap operasi: penetapan standar, desain peralatan, orang-orang terlatih, dan pengawasan produk atau jasa yang dihasilkan. Mutu atau kualitas merupakan keseluruhan fitur dan karakteristik sebuah produk atau jasa yang mengandalkan pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dijanjikan dan tersirat (Jay & Render, 2015). Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan (Tjiptono & Anastasia, 2003).

Pengendalian dan pengawasan kualitas adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai. Dari definisi - definisi tersebut terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut:

1. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
2. Kualitas mencakup produk, jasa manusia, proses dan lingkungan.
3. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah.

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan salah satu teknik yang perlu dilakukan mulai dari sebelum proses produksi berjalan, pada saat proses produksi, hingga proses produksi berakhir dengan menghasilkan produk akhir. Menurut (Meri et al., 2017), faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas dalam perusahaan adalah:

1. Kemampuan Proses, batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

2. Spesifikasi yang berlaku, spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.
3. Tingkat kesesuaian yang dapat diterima, tujuan dilakukannya pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar semaksimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.
4. Biaya Kualitas, biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

Fungsi pengendalian mengandung makna pelaksanaan, pengukuran dan pola tindakan kolektif yang meyakinkan tercapainya tujuan secara luas akibat pengendalian (Meri et al., 2017), yaitu:

1. Pengukuran pelaksanaan tujuan, rencana kegiatan dan kebijaksanaan yang telah ditetapkan terlebih dahulu.
2. Analisis penyimpangan, tujuan, rencana dan kebijaksanaan untuk mencapai penyebabnya.
3. Komunikasi hasil pengukuran terhadap individu atau kelompok yang melaksanakan.
4. Pertimbangan alternatif atas dasar tindakan yang dapat diambil untuk koreksi gejala adanya suatu kekurangan.
5. Menilai dan melengkapi alternatif yang baik sesuai dengan kemampuan.

Six Sigma

Six Sigma menggunakan konsep fase DMAIC. DMAIC adalah fase-fase yang harus dilalui dalam menjalani proyek perbaikan apapun, yang merupakan singkatan dari Define-Measure-Analyze-Improve-Control. Dalam masing-masing fase, akan dilakukan aktifitas yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi yang terjadi selama proyek berjalan. *Six Sigma* adalah konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat pada level enam (*six*) *sigma*. *Six sigma* juga merupakan falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses (Sirine & Kurniawati, 2017). Strategi penerapan *six sigma* disebut sebagai *The Six Sigma Breakthrough Strategy*. Strategi ini merupakan metode sistematis yang menggunakan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber – sumber variasi dan cara-cara untuk menghilangkannya.

Lean six sigma merupakan gabungan dari metodologi lean dan six sigma. Gabungan dari kedua metodologi ini digunakan untuk dapat melakukan *improvement* terhadap adanya waste dan non value added activity serta defect yang terdapat di perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi perusahaan. Lean merupakan metodologi yang berfokus pada identifikasi dan eliminasi *wasted* non value added activity yang terdapat di perusahaan. Sedangkan six sigma berfokus pada identifikasi dan eliminasi defect yang terdapat di perusahaan, terdapat lima prinsip utama dalam lean six sigma, yaitu :

1. Total kepuasan pelanggan, baik internal maupun eksternal merupakan prioritas utama dalam aplikasi lean six sigma.
2. Untuk mencapai kepuasan konsumen, maka perusahaan harus memperhatikan biaya perbaikan kualitas (Q), biaya minimum (C), pelayanan prima, pengiriman produk/jasa tepat waktu (D), dan moral yang baik (M)
3. Eliminasi variansi dan error yang terdapat pada proses produksi dan fokus terhadap alur proses
4. Data dan fakta adalah hal utama sebagai dasar pengambilan keputusan
5. Setiap orang dalam lingkup stakeholder harus mampu dan mau untuk bersama-sama mengimplementasikan six sigma.

Dalam six sigma terdapat 5 siklus fase yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* serta perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali bisnis (Didiharyono et al., 2018). Dalam implementasi metode six sigma terdapat 4 langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. *Define*

Define adalah tahap pertama dalam implementasi *Six Sigma*. Yang perlu dilakukan dalam tahap *define* ini adalah pernyataan masalah, menjelaskan tujuannya dan membuat diagram SIPOC.

a) Diagram SIPOC merupakan suatu diagram yang biasa digunakan dalam tahap *define* untuk memberi gambaran secara umum terhadap proses yang ada saat ini. SIPOC yang merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu *Supplier Input Process Output Customer* (Gaspersz, 2002).

b) Diagram Pareto

Diagram pareto berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi, mengurutkan dan memisahkan kerusakan produk secara permanen, dari diagram ini, maka dapat diketahui jenis cacat yang paling dominan pada hasil produksi.

2. *Measure*

Measure, pada tahap ini membahas tentang hasil pengukuran dan perhitungan dari nilai sigma, pengukuran batas kecacatan dari data sample yang didapat yaitu menggunakan peta kendali dan diagram pareto (Ivanda & Suliantoro, 2018).

a) Peta Kendali

Merupakan grafik jenis khusus yang dapat digunakan untuk menginterpretasikan suatu data suatu proses dengan cara membuat gambar batasan-batasan variasi yang diperbolehkan, dan secara objektif menentukan apakah suatu proses ada “dalam kendali” atau “di luar kendali” (Ivanto, 2012). Adapun langkah-langkah membuat peta kendali sebagai berikut:

a. Menghitung proporsi kerusakan dengan rumus:

$$\bar{p} = \frac{np}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Menghitung garis pusat CL dengan rumus:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Menghitung standar deviasi

$$STD = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.3)$$

d. Menghitung batas kendali atas UCL

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

e. Menghitung batas kendali bawah LCL

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.5)$$

b) Perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO)

1) *Defect per unit*

$$DPO = \frac{Defect}{Output\ Produksi} \dots\dots\dots(2.6)$$

2) *Defect per Opportunity*

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ} \dots\dots\dots(2.7)$$

3) $\frac{Total\ Defect}{Output\ Produksi \times CTQ} \times 10^6$ *Defect Per Million Opportunity*

$$DPMO = \dots\dots\dots(2.8)$$

4) Level Sigma

Perhitungan ini konversi nilai sigma dari *defect per million* (DPMO) menjadi nilai sigma dengan menggunakan *Microsoft Exel* dengan rumus
 = NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000)+1,5.....(2.9)

3. *Analyze*

Tahap *analyze* adalah menganalisa permasalahan untuk mengetahui faktor- faktor penting yang perlu dikendalikan, yang digunakan untuk tahap analisa adalah diagram sebab-akibat atau *fishbone diagram*.

4. *Improve*

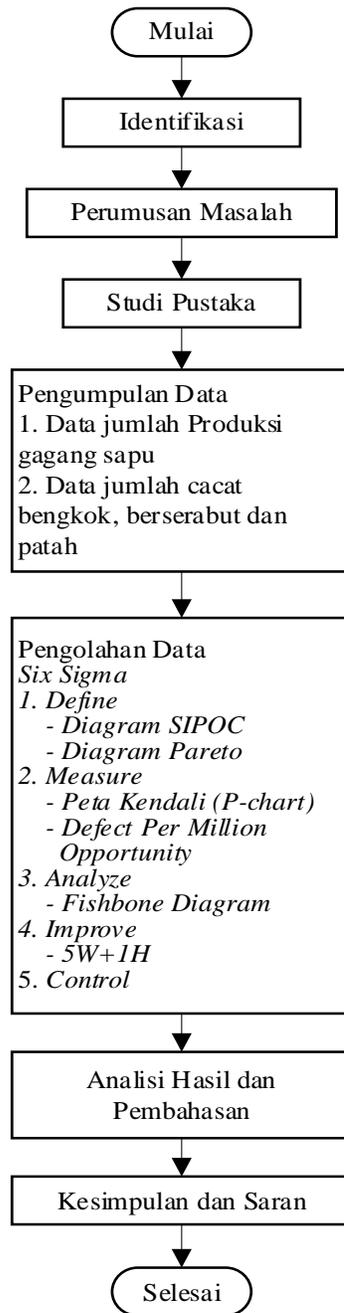
Improve adalah tahap tentang perbaikan kecacatan produk yang menggunakan metode 5W+ 1H.

5. *Control*

Pada tahap ini prosedur-prosedur serta hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan untuk dijadikan pedoman kerja standar guna mencegah masalah yang sama atau praktek-praktek lama terulang kembali, kemudian kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *six sigma* kepada penanggung jawab proses, dan ini berarti proyek *six sigma* berakhir pada tahap ini (Wahyani et al., 2013).

METODE PENELITIAN

Berikut adalah diagram alir proses penelitian yang akan di lakukan



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dengan cara melakukan studi literatur, yaitu sebagai acuan untuk mempelajari menggunakan metode *Six Sigma* serta mengetahui data yang diperlukan, berdasarkan buku literatur serta sumber-sumber yang sesuai dengan permasalahan yang ada di UMKM dan melakukan dokumentasi, data produksi dan data produk cacat mulai bulan 1 Maret 2022 hingga 30 Maret 2022 dilakukan dengan cara wawancara dan terjun ke rantai produksi, Berikut data jumlah produksi dan jenis cacat

produk gagang kayu pada UMKM Makmur Santosa.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**1 Data Produksi dan Jumlah Cacat Gagang sapu Pada Tanggal 1 Maret 2022 hingga 30 Maret 2022 UMKM Makmur Santosa

No	Tanggal Penelitian	Jumlah Produksi gagang sapu (Unit)	Data Produksi cacat			Total Cacat (Unit)
			Cacat Bengkok (Unit)	Cacat Berserabut (Unit)	Cacat Patah (Unit)	
1	01/03/2022	500	10	5	4	19
2	02/03/2022	500	5	9	6	20
3	04/03/2022	500	5	12	9	26
4	05/03/2022	500	1	5	15	21
5	07/03/2022	500	2	7	10	19
6	08/03/2022	800	5	17	23	45
7	09/03/2022	550	7	14	12	33
8	10/03/2022	800	5	20	14	39
9	11/03/2022	800	9	12	18	39
10	12/03/2022	400	2	5	12	19
11	14/03/2022	400	12	10	14	36
12	15/03/2022	400	4	5	25	34
13	16/03/2022	400	7	8	12	27
14	17/03/2022	400	1	5	14	20
15	18/03/2022	550	9	10	9	28
16	19/03/2022	550	6	13	5	24
17	21/03/2022	550	14	20	4	38
18	22/03/2022	550	2	14	6	22
19	23/03/2022	500	15	16	12	43
20	24/03/2022	500	13	17	10	40
21	25/03/2022	500	12	12	13	37
22	26/03/2022	900	15	14	20	49
23	28/03/2022	900	17	15	19	51
24	29/03/2022	900	19	12	18	49
25	30/03/2022	900	15	10	15	40
Total		14750	212	287	319	818
Rata-Rata		590	8.48	11.48	12.76	32.72

(Sumber: UMKM Makmur Santosa, 2022)

Pengolahan Data Menggunakan *Six Sigma*

Dalam pengolahan data yang dilakukan telah dikumpulkan data-data yang akan diolah dengan metode *Lean Six Sigma* dengan tahap-tahap seperti berikut:

Define

Define adalah tahap pertama dalam implementasi *Lean Six Sigma*. Yang perlu dilakukan dalam tahap *define* ini adalah menjelaskan pernyataan masalah yang terjadi pada UMKM Makmur Santosa adalah kecacatan produk pada gagang sapau.

Tabel **Error! No text of specified style in document..2** *Critical To Quality* UMKM Makmur Santosa

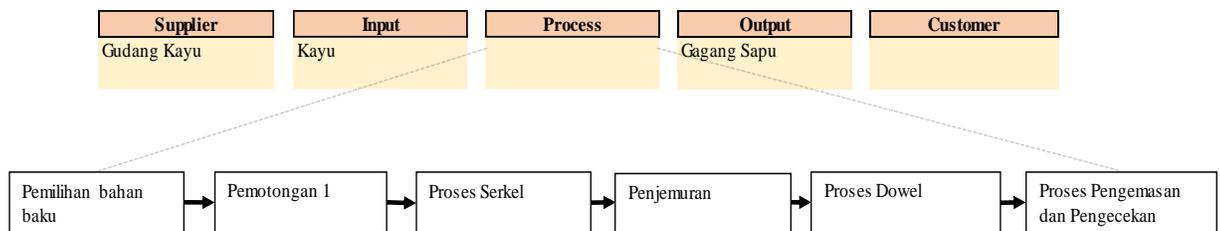
No	<i>Critical To Quality</i>	Keterangan
1	Bengkok	Kayu yang menyimpang dari garis lurus atau berkeluk
2	Berserabut	Kayu yang setiap sisi berbulu-bulu
3	Patah	Kayu yang terbagi dua

(Sumber : UMKM Makmur Santosa 2022)

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa penyebab produk cacat gagang sapu disebabkan oleh beberapa hal yaitu cacat bengkok, berserabut dan patah. Selanjutnya produk cacat tersebut akan direvisi ulang agar mendapatkan hasil produk yang sesuai.

1. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier – Inputs – Process – Outputs – Customer*) adalah salah satu tools yang paling sering digunakan dalam penerapan Six Sigma atau peningkatan kualitas. Untuk supplier perusahaan mengambil bahan baku kayu dari satu daerah Boyolali. kayu selanjutnya akan melalui beberapa proses produksi sehingga menghasilkan produk gagang sapu yang berkualitas. Setelah produk gagang sapu telah dijemur maka akan dilakukan proses *packing*. Selanjutnya produk gagang sapu siap dipasarkan ke pelanggan. Berikut ini merupakan gambar diagram SIPOC UMKM Makmur Santosa.



Gambar **Error! No text of specified style in document..1** Diagram SIPOC UMKM Makmur Santosa

(Sumber: Olah Data, 2022)

2. Diagram Pareto

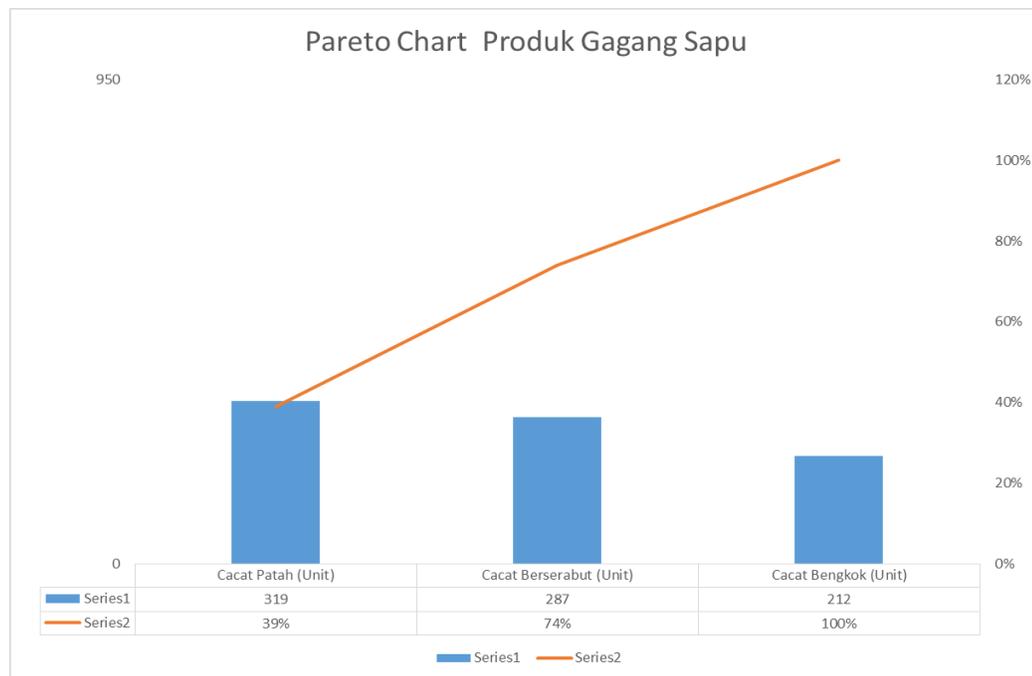
Dalam membuat diagram pareto adalah untuk menentukan presentase Untuk mengetahui masalah utama atau kecacatan yang paling dominan. Setelah diketahui presentase dan jenis-jenis cacat pada masing proses maka langkah selanjutnya adalah membuat diagram pareto, dimana dalam diagram pareto ini dapat diketahui jenis cacat yang paling dominan dari produksi gagang sapu di UMKM Makmur Santosa, Data presentase produk gagang sapu.

Tabel **Error! No text of specified style in document..3** Data Persentase Produk Cacat Gagang Sapu UMKM Makmur Santosa

Jenis Produk Cacat	Jumlah Cacat Produk (Unit)	Jumlah Komulatif	Presentase Cacat	Kumulatif
Cacat Patah	319	319	39%	39%
Cacat Berserabut	287	606	35%	74%
Cacat Bengkok	212	818	26%	100%
Total Produk Cacat	818		100%	

(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari data presentase produk cacat gagang sapu dibuat diagram pareto seperti pada gambar berikut:



Gambar **Error! No text of specified style in document..2** Grafik Diagram Pareto UMKM Makmur Santosa
 (Sumber: Olah Data, 2022)

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui produk cacat yang memiliki total kecacatan terbesar adalah cacat patah dengan jumlah kerusakan sebanyak 319 unit produk atau sekitar 39%, selanjutnya cacat berserabut sebanyak 287 unit atau 35%, kemudian disusul oleh cacat bengkok sebanyak 212 atau sekitar 26%.

Measure

Dalam tahap *measure* akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui kondisi produk batik pada UMKM Makmur Santosa. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui nilai peta

kendali dan nilai sigma.

1. Peta Kendali (P-Chart)

Berdasarkan data jumlah kerusakan pada proses produksi gagang sapu di UMKM Makmur Santosa terdapat kecacatan setiap produksi, maka jumlah kerusakan setiap produksi dapat di ambil sampel. Dilanjutkan lagi dengan menganalisis kembali untuk mengetahui sejauh mana kecacatan yang terjadi masih dalam batas kendali statistik melalui peta kendali. Peta kendali-P mempunyai manfaat untuk membantu pengendalian suatu kualitas produk serta memberikan informasi mengenai kapan dan dimana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas. Perhitungan peta kendali - p untuk jenis cacat patah, berserabut dan bengkok pada produk gagang sapu adalah sebagai berikut:

a) Persentase cacat patah, berserabut dan bengkok

$$P = \frac{19}{500} = 0,038$$

b) *Central Line* (CL)

$$CL = \bar{P} = \frac{818}{14750} = 0,055$$

c) Standar Deviasi

$$(SP) = = \frac{\sqrt{0,038(1-0,038)}}{12} = 0,015$$

d) *Upper Control Limit* (UCL)

$$UCL = 0,038 + 3 \left(\sqrt{\frac{0,038 (1-0,038)}{25}} \right) = 0,086$$

e) *Lower Control Limit* (LCL)

$$LCL = 0,038 - 3 \left(\sqrt{\frac{0,038 (1-0,038)}{25}} \right) = 0,025$$

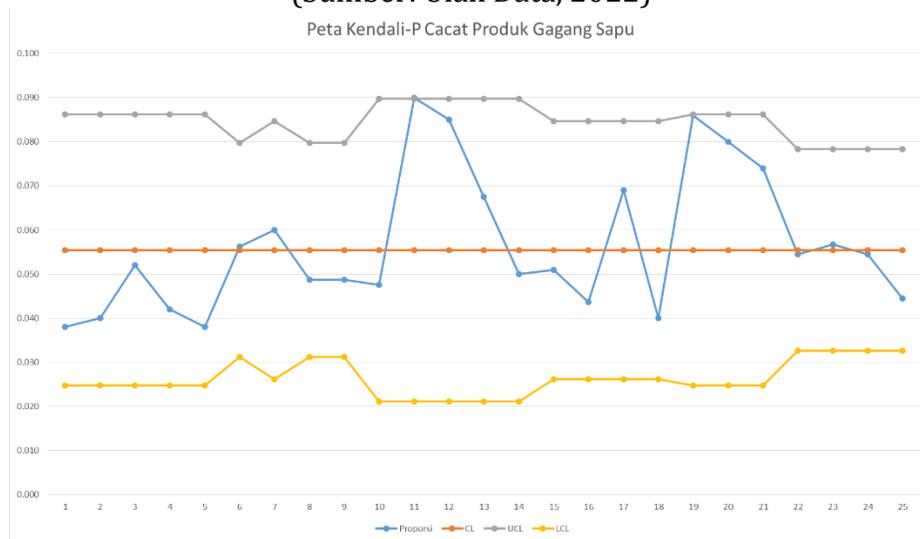
Berikut merupakan hasil perhitungan peta kendali-p untuk jenis cacat akhir yang ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel **Error! No text of specified style in document..**4 Data Hasil Perhitungan *P-Chart* Produksi Gagang Sapu

Tanggal	Jumlah Produksi Gagang Sapu	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
01/03/2022	500	19	0.038	0.055	0.086	0.025
02/03/2022	500	20	0.040	0.055	0.086	0.025
04/03/2022	500	26	0.052	0.055	0.086	0.025
05/03/2022	500	21	0.042	0.055	0.086	0.025
07/03/2022	500	19	0.038	0.055	0.086	0.025
08/03/2022	800	45	0.056	0.055	0.080	0.031
09/03/2022	550	33	0.060	0.055	0.085	0.026
10/03/2022	800	39	0.049	0.055	0.080	0.031
11/03/2022	800	39	0.049	0.055	0.080	0.031
12/03/2022	400	19	0.048	0.055	0.090	0.021
14/03/2022	400	36	0.090	0.055	0.090	0.021

Tanggal	Jumlah Produksi Gagang Sapu	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
15/03/2022	400	34	0.085	0.055	0.090	0.021
16/03/2022	400	27	0.068	0.055	0.090	0.021
17/03/2022	400	20	0.050	0.055	0.090	0.021
18/03/2022	550	28	0.051	0.055	0.085	0.026
19/03/2022	550	24	0.044	0.055	0.085	0.026
21/03/2022	550	38	0.069	0.055	0.085	0.026
22/03/2022	550	22	0.040	0.055	0.085	0.026
23/03/2022	500	43	0.086	0.055	0.086	0.025
24/03/2022	500	40	0.080	0.055	0.086	0.025
25/03/2022	500	37	0.074	0.055	0.086	0.025
26/03/2022	900	49	0.054	0.055	0.078	0.033
28/03/2022	900	51	0.057	0.055	0.078	0.033
29/03/2022	900	49	0.054	0.055	0.078	0.033
30/03/2022	900	40	0.044	0.055	0.078	0.033
Total	14750	818				

(Sumber: Olah Data, 2022)



Gambar Error! No text of specified style in document..3 Grafik Peta Control
 UMKM Makmur Santosa
 (Sumber: Olah Data, 2022)

Dari Grafik di atas dapat dilihat bahwa tidak ada data yang melewati batas *control* UCL maka data tersebut tidak *out of control*. Maka kapasitas proses berjalan dengan baik, sehingga hal itu menjelaskan bahwa kapasitas proses mampu memenuhi spesifikasi batas toleransi yang diinginkan namun adanya pengendalian ketat dari UMKM Makmur Santosa agar sempel yang lain tidak berada dalam batas kendali, oleh sebab itu masih diperlukan analisis lebih lanjut

mengapa penyimpangan ini terjadi dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengetahui penyebab dari penyimpangan/kerusakan dari produk ini.

2. *Defect Per Million Opportunity* (DPMO)

Dari hasil pengamatan tersebut, kemudian dilakukan kembali perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma untuk melihat implementasi solusi dari upaya peningkatan kualitas produk gagang sapu.

a) *Defect per unit*

$$DPU = \frac{19}{500} = 0,038$$

b) *Defect per Opportunity*

$$DPO = \frac{0,038}{3} = 0,0127$$

c) *Defect per million opportunity*

$$DPMO = \frac{19}{500 \times 3} \times 10^6 = 10.361$$

d) Menentukan nilai sigma

Perhitungan ini konversi nilai sigma dari *defect per million (DPMO)* menjadi nilai sigma dengan menggunakan Microsoft Exel dengan rumus
 $= NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000)+1,5$

Tabel **Error! No text of specified style in document..5** Data Pengukuran Tingkat *Sigma* Dan *Defect Per Million Opportunity* pada UMKM Makmur Santosa

Tanggal	Jumlah Produksi Gagang Sapu (Unit)	Jumlah Produk Cacat Gagang Sapu	CTQ	DPU	DPO	DPMO	SIGMA
01/03/2022	500	19	3	0.038	0.0127	10.361	3.74
02/03/2022	500	20	3	0.040	0.0133	10.907	3.72
04/03/2022	500	26	3	0.052	0.0173	14.179	3.61
05/03/2022	500	21	3	0.042	0.0140	11.452	3.70
07/03/2022	500	19	3	0.038	0.0127	10.361	3.74
08/03/2022	800	45	3	0.056	0.0188	15.338	3.58
09/03/2022	550	33	3	0.060	0.0200	16.360	3.55
10/03/2022	800	39	3	0.049	0.0163	13.293	3.64
11/03/2022	800	39	3	0.049	0.0163	13.293	3.64
12/03/2022	400	19	3	0.048	0.0158	12.952	3.65
14/03/2022	400	36	3	0.090	0.0300	24.540	3.38
15/03/2022	400	34	3	0.085	0.0283	23.177	3.41
16/03/2022	400	27	3	0.068	0.0225	18.405	3.50
17/03/2022	400	20	3	0.050	0.0167	13.633	3.63
18/03/2022	550	28	3	0.051	0.0170	13.881	3.62
19/03/2022	550	24	3	0.044	0.0145	11.898	3.68
21/03/2022	550	38	3	0.069	0.0230	18.839	3.49
22/03/2022	550	22	3	0.040	0.0133	10.907	3.72

Tanggal	Jumlah Produksi Gagang Sapu (Unit)	Jumlah Produk Cacat Gagang Sapu	CTQ	DPU	DPO	DPMO	SIGMA
23/03/2022	500	43	3	0.086	0.0287	23.449	3.40
24/03/2022	500	40	3	0.080	0.0267	21.813	3.43
25/03/2022	500	37	3	0.074	0.0247	20.177	3.47
26/03/2022	900	49	3	0.054	0.0181	14.845	3.59
28/03/2022	900	51	3	0.057	0.0189	15.451	3.58
29/03/2022	900	49	3	0.054	0.0181	14.845	3.59
30/03/2022	900	40	3	0.044	0.0148	12.119	3.68
Total	14750	818	75	1.42	0.47	386.47	89.73
Rata-Rata	590	32.72	3	0.06	0.02	15.46	3.59

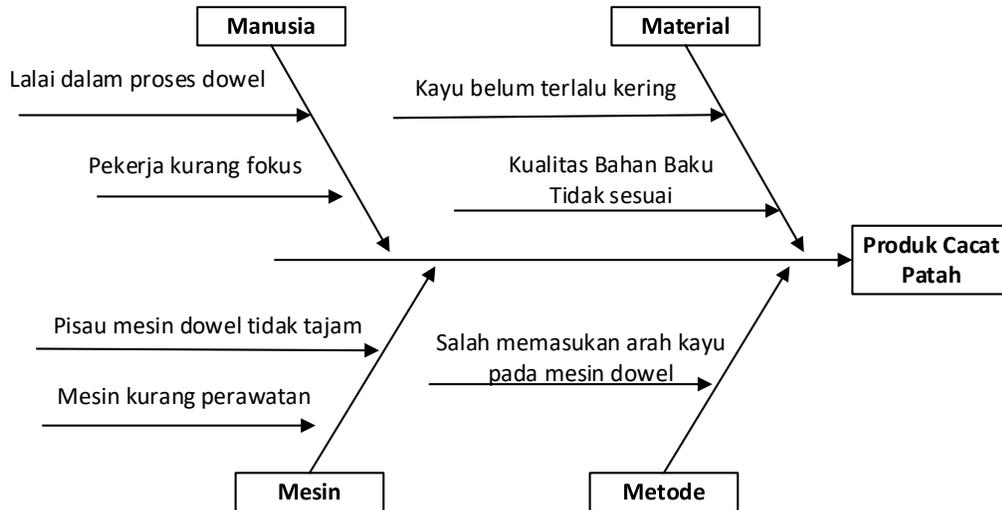
(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari hasil pengolahan data dapat diketahui bahwa UMKM Makmur Santosa memiliki tingkat kemampuan berdasarkan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) adalah sebanyak 3,59 sigma dengan kemungkinan kerusakan sebesar 15,46 untuk satu juta kesempatan produksi. Hal ini tentunya akan menjadi kerugian apabila tidak ditangani dengan tepat.

Analyze

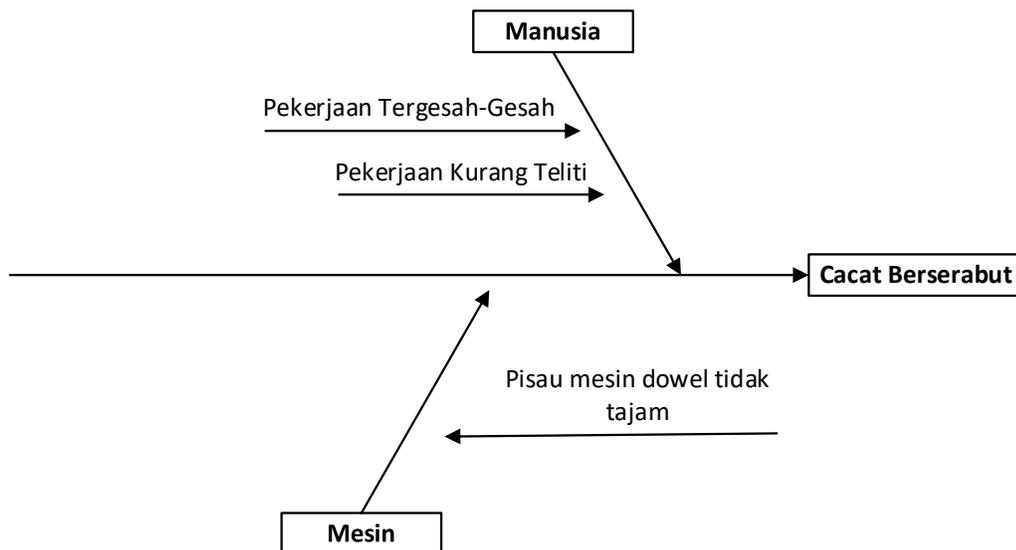
Pada tahap *analyze* ini membahas tentang penyebab kecacatan produk gagang sapu yang ditinjau dari lima faktor yaitu Manusia, Material, Metode, dan Lingkungan. Alat yang digunakan untuk tahap *analyze* adalah diagram sebab-akibat atau *fishbone diagram*. Diagram sebab akibat atau *fishbone* merupakan salah satu instrumen dasar dalam upaya peningkatan kualitas. Berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya.

Dalam upaya pengendalian kualitas dalam menangani permasalahan pada proses produksi gagang sapu di UMKM Makmur Santosa, maka salah satu hal yang harus terlebih dahulu dilakukan adalah mengetahui masalah yang timbul dan menyebabkan produk cacat pada proses produksi. Beberapa kendala dalam proses produk gagang sapu pada UMKM Makmur Santosa digambarkan menggunakan *fishbone diagram* penyebab cacat patah, berserabut dan bengkok.



Gambar **Error! No text of specified style in document..**4 Diagram *Fish Bone* Cacat Patah
 (Sumber: Olah Data, 2022)

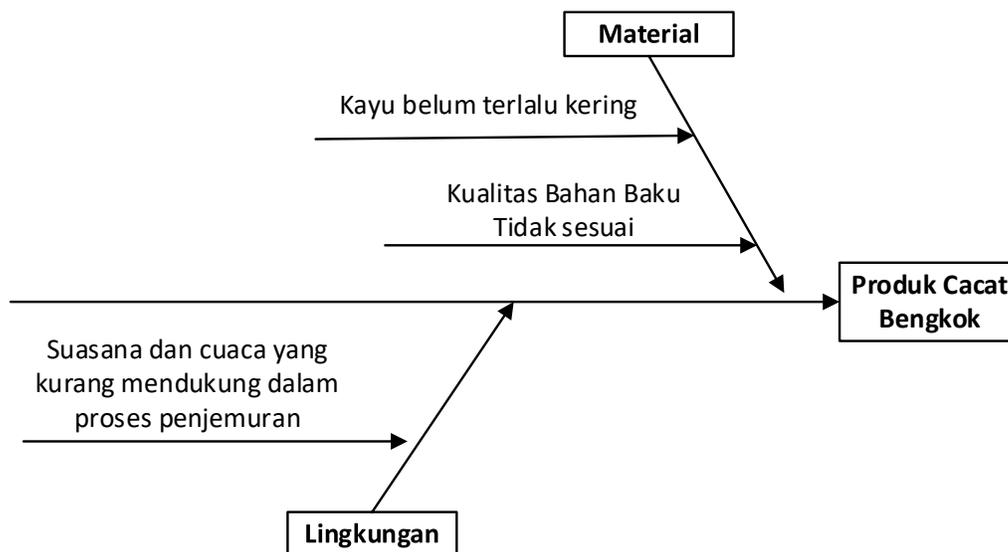
Dari Gambar 4.4 diketahui bahwa penurunan produktivitas dipengaruhi oleh empat faktor yang menjadi permasalahan produk cacat gagang sapu di UMKM Makmur Santosa yaitu faktor manusia, metode, material dan mesin. Faktor operator (manusia) dimana pekerja kurang fokus dalam proses dowel yang menyebabkan kayu/gagang sapu patah. Faktor mesin pada pisau mesin dowel yang tidak tajam mengakibatkan kayu atau gagang sapu menjadi patah. Faktor metode pekerja salah memasukan arah kayu pada mesin dowel yang membuat cacat produk. Pada faktor material pesanan tidak sesuai yang diinginkan (kayu) dan kualitas kayu tidak sesuai setandar UMKM.



Gambar **Error! No text of specified style in document..**5 Diagram *Fish Bone* Cacat Berserabut

(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari Gambar 4.5 diketahui bahwa penurunan produktivitas dipengaruhi oleh empat faktor yang menjadi permasalahan produk cacat gagang sapu di UMKM Makmur Santosa cacat berserabut disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor manusia dan faktor mesin. Dimana faktor manusia yang pertama yaitu pekerja yang tergesa-gesa dan kurang teliti dapat mengakibatkan cacat berserabut. Faktor kedua yaitu faktor mesin dimana faktor ini berpeluang besar menyebabkan produk berserabut dimana mata gergaji untuk memotong kayu (Dowel) kurang tajam dan kurang melakukan maintenance pada mesin.



Gambar **Error! No text of specified style in document..6** Diagram *Fish Bone* Cacat Bengkok

(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari Gambar 4.4, 4.5, 4.6 diketahui bahwa penurunan produktivitas dipengaruhi oleh lima faktor yang menjadi permasalahan produk cacat gagang sapu di UMKM Makmur Santosa yaitu faktor material dan lingkungan. Pada faktor material pesanan tidak sesuai yang diinginkan (kayu) dan kualitas kayu tidak sesuai setandar umkm, Pada faktor lingkungan Suhu ditempat produksi berubah-ubah terlalu panas atau dingin menyebabkan kayu bengkok

Improve

Mengidentifikasi Penyusunan strategi solusi perbaikan masalah didasarkan dari analisis menggunakan *fishbone diagram*. kemudian setelah didapatkan hasil dari pengolahan data di atas dan mengetahui hasilnya kemudian akan dilakukan identifikasi dari penyebab kecacatan tersebut dengan mengusulkan perbaikan terhadap produk yang mengalami cacat atau *defect*, berikut adalah usulan perbaikan untuk mengurangi cacat tersebut dengan menggunakan metode 5W + 1H, yang diperlihatkan pada tabel dibawah ini

Tabel **Error! No text of specified style in document..6** *Improve* Dengan 5W + 1H Pada UMKM Makmur Santosa

Faktor	Why	Where	When	Who	What	How
Metode	Pekerja dowel tidak memperhatikan dengan baik untuk kondisi metode arah material masuk dan kondisi mesin.	Area produksi bagian proses dowel	Selama proses dowel yang dilakukan	Pekerja bagian dowel	Terburu dalam melakukan pengecekan material kayu yang akan ke proses dowel dan melakukan pembersihan mesin	Melakukan penjadwalan kegiatan harian pada proses dowel dan menentukan prioritas produksi secara efektif dan efisien
Manusia	Pekerja tidak memperhatikan dengan baik untuk kondisi mesin sebelum berjaanya proses dowel	Area produksi	Sebelum memulai proses dowel	Pekerja bagian dowel	Terburu dalam proses dowel dan melewati proses pengecekan mesin	Melakukan penjadwalan kegiatan harian pada proses pemeliharaan mesin
Lingkungan	Suhu ditempat produksi terlalu panas atau dingin menyebabkan kayu bengkok	Area penjemuran bahan baku	Selama proses penjemuran bahan baku kayu	Pekerja bagian pengerigan bahan baku	Petugas langsung meyiman bahan baku ketempat enjemuran tanpa memperhatikan suhu ruangan	Kayu reng/gagang sapu sebaiknya di jemur pada sinar matahari yang tidak terlalu panas dan terlalu lembab.
Mesin	Mesin dowel tidak bertenaga di karenakan vanbelt sudah aus dan mesin kurang perawatan	Area produksi bagian proses dowel	Sebelum memulai proses dowel	Pekerja bagian dowel	Melewatkan pemeliharaan dan pengecekan mesin	Pergantian komponen yang sudah rusak pada mesin. Mesin harus dicek sebelum melakukan proses produksi.

						Jika ada baut yang sudah tidak layak lagi segera melakukan pergantian
Material	Material kayu yang belum terlalu kering dapat menyebabkan cacat bengkok	Area pemeliharaan bahan baku	Sebelum dan saat proses produksi	Pekerja bagian pengecekan kayu	Memberikan pemberitahuan mengenai material kayu yang sesuai dalam pembuatan gagang sapu	Memberikan sebuah poster pemberitahuan mengenai ketentuan bahan baku yang sesuai di tempat pemilihan bahan baku

(Sumber: Olah Data, 2022)

Control

Merupakan tahap analisis terakhir dalam pendekatan *six sigma* dimana pada tahap ini dilakukan pemantauan kinerja yang sedang berjalan. Pada tahap ini adalah memastikan penyebarluasan dari tindakan yang telah dilakukan. Hal yang perlu dilakukan pemantauan dalam tahap *control* meliputi:

1. Melakukan perbaikan lingkungan kerja dan material.
2. Melakukan pencatatan seluruh produk cacat setiap hari berdasarkan jenis-jenis cacat yang terjadi.
3. Memberikan Pelatihan kepada karyawan agar bekerja supaya lebih terampil dalam bekerja.
4. Membuat ukuran yang lebih tepat agar hasil lebih maksimal dalam produksi gagang sapu.
5. Meningkatkan komunikasi dan pengawasan kerja terhadap karyawan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Dan Pembahasan

Diagram SIPOC adalah salah satu tools yang paling sering digunakan dalam penerapan Six Sigma atau peningkatan kualitas. Untuk supplier perusahaan mengambil bahan baku kayu dari satu daerah Boyolali. kayu selanjutnya akan melalui beberapa proses produksi sehingga menghasilkan produk gagang sapu yang berkualitas. Setelah produk gagang sapu telah dijemur maka akan dilakukan proses packing. Selanjutnya produk gagang sapu siap dipasarkan ke pelanggan.

Diagram pareto diketahui produk cacat yang memiliki total kecacatan terbesar adalah cacat patah dengan jumlah kerusakan sebanyak 319 unit produk atau sekitar 39%, selanjutnya cacat berserabut sebanyak 287 unit atau 35%, kemudian disusul oleh cacat

bengkok sebanyak 212 atau sekitar 26%.

Grafik peta kendali diketahui bahwa tidak ada data yang melewati batas control UCL maka data tersebut tidak *out of control*. Maka kapasitas proses berjalan dengan baik, sehingga hal itu menjelaskan bahwa kapasitas proses mampu memenuhi spesifikasi batas toleransi yang diinginkan namun adanya pengendalian ketat dari UMKM Makmur Santosa agar sempel yang lain tidak berada dalam batas kendali, oleh sebab itu masih diperlukan analisis lebih lanjut mengapa penyimpangan ini terjadi dengan menggunakan diagram sebab-akibat (fishbone diagram) untuk mengetahui penyebab dari penyimpangan/kerusakan dari produk ini.

Defect Per Million Opportunity (DPMO) diketahui bahwa UMKM Makmur Santosa memiliki tingkat kemampuan berdasarkan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) adalah sebanyak 3,59 sigma dengan kemungkinan kerusakan sebesar 15,46 untuk satu juta kesempatan produksi. Hal ini tentunya akan menjadi kerugian apabila tidak ditangani dengan tepat.

Penurunan produktivitas dipengaruhi oleh lima faktor yang menjadi permasalahan produk cacat gagang sapu di UMKM Makmur Santosa yaitu faktor manusia, metode, material, mesin dan lingkungan. Faktor operator (manusia) dimana pekerja kurang fokus dalam proses dowel yang menyebabkan kayu/gagang sapu patah. Faktor mesin pada pisau mesin dowel yang tidak tajam mengakibatkan kayu atau gagang sapu menjadi berserabut tidak halus. Faktor metode pekerja salah memasukan arah kayu pada mesin dowel yang membuat cacat produk. Pada faktor material pesanan tidak sesuai yang diinginkan (kayu) dan kualitas kayu tidak sesuai setandar umkm, Pada faktor lingkungan Suhu ditempat produksi berubah-ubah terlalu panas atau dingin menyebabkan kayu bengkok.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan di UMKM Makmur Santosa pada produk gagang sapu maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Dari beberapa penyebab terjadinya kecacatan pada produk gagang sapu Faktor operator (manusia) dimana pekerja kurang fokus dalam proses dowel yang menyebabkan kayu/gagang sapu patah. Faktor mesin pada pisau mesin dowel yang tidak tajam mengakibatkan kayu atau gagang sapu menjadi berserabut tidak halus. Faktor metode pekerja salah memasukan arah kayu pada mesin dowel yang membuat cacat produk. Pada faktor material pesanan tidak sesuai yang diinginkan (kayu) dan kualitas kayu tidak sesuai setandar umkm, Pada faktor lingkungan Suhu ditempat produksi berubah-ubah terlalu panas atau dingin menyebabkan kayu bengkok.
2. Upaya yang dilakukan saat ini untuk mengurangi tingkat kecacatan produk gagang sapu di UMKM Makmur Santosa, Melakukan penjadwalan kegiatan harian pada proses dowel dan menentukan prioritas produksi secara efektif dan efisien, Pergantian komponen yang sudah rusak pada mesin, mesin haru dicek sebelum melakukan proses produksi. Jika ada baut yang sudah tidak layak lagi segera melakukan pergantian dan memberikan sebuah poster pemberitahuan mengenai ketentuan bahan baku yang sesuai di tempat pemilihan bahan baku, memberlakukan sistem reward kepada karyawan untuk memotivasi semangat kerja, melaksanakan perawatan alat secara berkala yaitu seminggu sekali, memperbaiki tata letak agar para pekerja lebih nyaman dan membuat dan menerapkan SOP yang dibuat agar proses produksi berjalan sesuai dengan standar.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan dan pembahasan yang telah diuraikan di atas dari hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang diberikan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Dilakukannya *breifing* setiap minggu sekali guna memberikan motivasi dan semangat kerja bagi operator, agar lebih bersemangat dalam bekerja dan bisa lebih bertanggungjawab terhadap pekerjaannya, serta mengevaluasi semua aktivitas yang dilakukan selama kegiatan produksi guna meningkatkan produktivitas produksi dan kualitas produk.
2. UMKM dapat menggunakan metode *Six Sigma* dalam pengendalian cacat produk gagang sapu karena dapat diketahui faktor-faktor terjadinya cacat dengan rinci sehingga solusi perbaikan dapat segera dilakukan pada bagian produksi untuk meminimumkan kecacatan produk pada UMKM Makmur Santosa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asih, E. W., Rif'ah, M., & Pohandry, A. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Teh Hitam dengan Pendekatan Lean-Six Sigma Method di PT. Teh XY. *Journal of Industrial and Engineering System*, 2(2), 136–145.
- [2] Didiharyono, D., Marsal, M., & Bakhtiar, B. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Six-Sigma Pada Industri Air Minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(2), 163–176.
- [3] Elvina, T., & Dwicahyani, A. R. (2022). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Lean Six Sigma Dan Fmea Untuk Mengurangi Produk Cacat Panci Anodize Pt. Abc. *Prosiding Senastitan: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 2, 294–304.
- [4] Gaspersz, V. (2002). *Pedoman implementasi program six sigma terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP*.
- [5] Ivanda, M. A., & Suliantoro, H. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma Pada Proses Produksi Barecore PT. Bakti Putra Nusantara. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(1).
- [6] Jay, H., & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*.
- [7] Liawen, D. A. (2021). *Analisis peningkatan kualitas produksi mainan anak tipe 588 menggunakan metode lean six sigma (studi kasus PT. Pangeran Maju Bahagia)*. Universitas Tarumanagara.
- [8] Meri, M., Irsan, & Wijaya, H. (2017). *Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk Sms (Sumber Minuman Sehat) Dengan Metode Statistical Process Control (SPC) Studi Kasus Pada Pt. Agrimitra Utama Persada Padang*. 7(1), 119–126.
- [9] Rinjani, I., Wahyudin, W., & Nugraha, B. (2021). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC*. UNISTEK.
- [10] Sirine, H., & Kurniawati, E. P. (2017). Pengendalian kualitas menggunakan metode six sigma (Studi kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo). *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2(03), 254–290.
- [11] Soesilo, R., & Firmansyah, Y. (2021). Pengendalian Kualitas Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Dengan Metode Lean Six Sigma Pada PT. X (Studi kasus PT. Sahabat

- Jaya Abadi). *Jurnal Penelitian Teknik Industri*, 2(2), 18–26.
- [12] Syahrul, A. (2021). *Usulan Peningkatan Kualitas Pada Produk Joint 3/8" Dengan Pendekatan Lean Six Sigma Di Pt. Intermedindo Forging Prima*. Institut Teknologi Indonesia.
- [13] Tjiptono, F., & Anastasia, D. (2003). *Total Quality Management* (Edisi Ke 4).
- [14] Wahyani, W., Chobir, A., & Rahmanto, D. D. (2013). Penerapan metode six sigma dengan konsep DMAIC sebagai alat pengendali kualitas. *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)*. Surabaya.