

Implementasi Pengendalian Kualitas pada Proses Pengeringan Teh Hitam (*Orthodox*) Menggunakan Metode *Six Sigma* (DMAIC) (Studi Kasus: PT. XY)

Nadia Illiyastia¹, Indro Prakoso², Ari Andriyas Puji³

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayjen Sungkono KM. 05 Blater, Kalimanah, Dusun 1, Blater, Kec. Kalimanah, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, 53371

³Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau. Jl. Tuanku Tambusai, Kota Pekanbaru Kode Pos 28294, Provinsi Riau
E-mail: prakosoindro@unsoed.ac.id²

Abstract

The drying process is one of the Critical Control Points (CCP) found in the series of black tea production processes (*Orthodox*). The lack of a maximum drying process for black tea can cause the quality of the dry powder to not meet the standards. The problems found in the drying process of PT. XY is an invention of tea powder that has irregularities that must be reworked because the water content contained does not meet the company's standards (3 - 4%). This research was conducted to determine the sigma value contained in the drying process and the factors that cause deviations in dry tea powder and determine alternative solutions that are prioritized to overcome the causes of these deviations. The method used to measure performance in the drying process is carried out using the Six Sigma (DMAIC) method, while the method used to analyze priority repairs is Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results showed that the black tea drying process had a sigma level of 4.29 sigma with possible damage of 2,608 samples in one million productions. The causes of irregularities in the drying process lie in human, material, and machine factors. Recommendations for priority repairs are carried out sequentially starting from the failure mode with the highest RPN value (336) to the failure mode with the lowest RPN value (80) so that the performance of the drying process can be improved

Keywords: Quality Control, Six Sigma (DMAIC), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Abstrak

Proses pengeringan merupakan salah satu Critical Control Point (CCP) yang terdapat dalam rangkaian proses produksi teh hitam (*Orthodox*). Kurang maksimalnya proses pengeringan teh hitam dapat menyebabkan kualitas bubuk kering yang tidak sesuai dengan standar. Permasalahan yang ditemukan pada proses pengeringan PT. XY adalah ditemukannya bubuk teh yang mengalami penyimpangan yang harus di rework karena kadar air yang terkandung tidak memenuhi standar perusahaan (3 - 4%). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai sigma yang terdapat pada proses pengeringan dan faktor penyebab terjadinya penyimpangan pada bubuk teh hasil pengeringan serta menentukan alternatif solusi yang diprioritaskan untuk mengatasi penyebab penyimpangan tersebut. Metode yang digunakan untuk mengukur kinerja pada proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan metode Six Sigma (DMAIC), sedangkan metode yang digunakan untuk menganalisis prioritas perbaikan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengeringan teh hitam memiliki level *sigma* sebesar 4,29 sigma dengan kemungkinan kerusakan sebanyak 2.608 sampel dalam satu juta produksi. Penyebab terjadinya penyimpangan pada proses pengeringan terletak pada faktor manusia, material dan mesin. Prioritas rekomendasi perbaikan dilakukan secara berurutan dimulai dari failure mode dengan nilai RPN tertinggi (336) hingga failure mode dengan nilai RPN terendah (80) sehingga kinerja pada proses pengeringan dapat meningkat.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas, Six Sigma (DMAIC), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

1. Pendahuluan

Kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan ditentukan berdasarkan ukuran atau standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Apabila suatu produk tidak dapat memenuhi kriteria standar yang telah ditetapkan, maka produk tersebut dianggap rusak atau masuk ke dalam produk *defect*. Penyebab adanya produk *defect* dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga untuk menanggulangi permasalahan tersebut perusahaan perlu melakukan upaya pengendalian kualitas produk secara optimal [1]. Upaya pengendalian kualitas dilakukan mulai dari proses awal kedatangan bahan baku hingga produk sampai ditangan konsumen seperti pada PT. XY.

PT. XY merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan teh hitam. Produksi teh dilakukan setiap hari sesuai dengan permintaan *sample* dari TPM (Tim Pengendalian Mutu) dan untuk memenuhi persediaan *stock* pabrik. Proses produksi teh hitam dilakukan dengan beberapa tahapan yang dimulai dari penerimaan pucuk, proses pelayuan, proses sortasi basah, fermentasi, tahap pengeringan bubuk teh, kemudian dilanjutkan pada proses sortasi bubuk kering dan pengepakan. Setelah dilakukannya observasi dan diskusi dengan beberapa *supervisor* di dalam masing-masing departemen atau stasiun kerja, dapat diketahui bahwa salah satu *Critical Control Point* (CCP) dari proses produksi teh hitam terletak pada proses pengeringan. Dalam hal ini, masih banyak ditemukan bubuk teh hasil pengeringan yang belum memenuhi standar kriteria bubuk kering yang ditetapkan oleh perusahaan. Bubuk kering teh hitam yang memenuhi standar perusahaan adalah bubuk teh yang memiliki berat yang ringan, berwarna agak gelap dan memiliki kadar air sebesar 3% - 4%. Perusahaan melakukan upaya pengendalian mutu pada proses pengeringan dengan melakukan analisa uji kadar air bubuk teh kering dengan spesifikasi kadar air yang ditetapkan perusahaan adalah 3% - 4%. Bubuk teh hitam yang memiliki jumlah kadar air dibawah 3% akan mengurangi *grade* dari teh yang dihasilkan karena kenampakan bubuk kering yang lebih hitam dan cenderung gosong. Sedangkan untuk bubuk kering yang memiliki jumlah kadar air lebih dari 4% harus dilakukan proses pengeringan kembali atau *rework* karena bubuk teh dianggap kurang matang dan kurang kering, sehingga apabila jumlah kadar air ini tetap dibiarkan maka pada proses distribusi produk teh kepada pelanggan jumlah kadar air teh dapat meningkat menjadi lebih dari 10% dan memicu adanya komplain dari *buyer*. Munculnya komplain dari *buyer* diakibatkan karena jumlah

kadar air yang terlalu tinggi akan memicu tumbuhnya jamur serta menurunkan kualitas dan daya tahan teh. Sedangkan adanya *rework* pada proses pengeringan teh hitam menyebabkan bertambahnya biaya produksi dan memperpanjang *cycle time*. Maka dari itu, perlu dilakukannya upaya pengendalian kualitas teh pada proses pengeringan dengan menggunakan metode *six sigma* (DMAIC) untuk mengetahui faktor penyebab tidak maksimalnya hasil proses pengeringan beserta saran perbaikan dari permasalahan tersebut.

Konsep dari *Six sigma* kerap kali digunakan sebagai proses lanjutan dari pengendalian kualitas. *Six sigma* merupakan sebuah metode peningkatan kualitas yang memberikan toleransi kesalahan atau cacat. Semakin banyak cacat yang terjadi pada proses, maka hal tersebut menunjukkan semakin rendahnya tingkat pencapaian kualitas pada proses tersebut [2]. Metode ini menerapkan konsep statistik yang dapat mengukur suatu proses dengan tingkat cacat yang berada pada level *six sigma*, yaitu hanya terdapat 3,4 jumlah cacat dari satu juta peluang yang tersedia [3]. Menurut Tannady (2015) mengatakan bahwa salah satu metode yang kerap kali digunakan untuk mengukur tingkat penerapan metode *six sigma* adalah konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) [4]. Berikut ini merupakan penjelasan dari lima langkah DMAIC yaitu: [5]

Define (D) merupakan langkah utama dalam upaya pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma*. Dalam tahap ini, dilakukan proses identifikasi prioritas dari karakteristik kualitas yang berhubungan langsung dengan spesifikasi dari pelanggan dan penentuan tujuan.

Measure (M) merupakan langkah operasional kedua dalam upaya pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma*. Tahap ini berupa alat statistik yang memuat perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai *sigma* yang digunakan untuk memvalidasi permasalahan. Berikut merupakan langkah perhitungan DPMO dan juga *level sigma*.

- a. Melakukan perhitungan *Defect per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total kerusakan}}{\text{Total produksi}} \quad (1)$$

- b. Melakukan perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = \frac{\text{Total cacat produksi}}{\text{Jumlah produksi}} \times 1.000.000 \quad (2)$$

- c. Mengkonversikan hasil perhitungan DPMO dengan tabel *Six Sigma* untuk mengetahui nilai *Sigma*

Analyze (A) merupakan tahap dilakukannya proses identifikasi, organisasi, validasi dari akar penyebab masalah potensial. Pada tahap ini dilakukan analisa penyebab terjadinya produk cacat atau penyimpangan produk yang terjadi sehingga jenis masalah yang dihadapi dan juga solusi perbaikan yang dibutuhkan dapat diketahui dengan bantuan dari beberapa *tools* salah satunya yaitu *Fishbone Diagram* [6].

Improve (I) merupakan tahap pengendalian kualitas *Six Sigma* yang dilakukan melalui pengukuran (peluang, kerusakan, tinjauan proses dari kapasitas), rekomendasi untuk alternatif perbaikan, tahap analisis, dan tindakan korektif selanjutnya [7].

Sedangkan *Control* (C) merupakan proyek *six sigma* yang menekankan tindakan yang akan dilakukan dengan tujuan evaluasi terhadap proses perbaikan yang telah dilakukan secara efektif dan efisien [8].

Untuk menganalisis prioritas perbaikan pada tahap *Improve* menggunakan bantuan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Menurut McDermott, (2019) mengatakan bahwa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah *tools* untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan suatu produk atau tidak terpenuhinya spesifikasi produk [9]. Dalam kaitan lebih lanjut penggunaan metode FMEA akan mengenal istilah yang berhubungan dengan *potential failure modes*, *effect* dan *detection*. Secara konsep metode FMEA digunakan untuk mencegah terjadinya kegagalan proses, dalam hal ini *output* yang dihasilkan berupa angka risiko prioritas atau sering disebut dengan *Risk Priority Number* (RPN) [9]. FMEA merupakan sebuah metode yang dapat mengidentifikasi tiga kejadian yaitu penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain, produk, dan proses selama siklusnya, kemudian mengetahui efek dari kegagalan tersebut dan tingkat kekritisan dari efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain, produk dan proses [10]. FMEA menggunakan beberapa kriteria berupa *occurrence*, *detection*, dan *severity* untuk menentukan *Risk Priority Number* (RPN) dan *Risk Score Value* (RSV) yang digunakan untuk menentukan tindakan yang perlu dilakukan terhadap risiko-risiko yang diprioritaskan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja pada proses pengeringan dan mengidentifikasi nilai *sigma* pada proses tersebut. Penelitian dilakukan pada sektor pengeringan teh hitam untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kurang maksimalnya proses pengeringan. Kemudian menentukan usulan perbaikan prioritas guna mengurangi *defect* dan menghilangkan *rework*.

2. Metodologi

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan observasi lapangan guna mengetahui permasalahan yang terdapat pada proses produksi teh hitam. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada *supervisor* sektor pengeringan dapat diketahui bahwa titik kritis yang perlu untuk ditinjau dan diteliti terletak pada proses pengeringan. Penelitian pada sektor pengeringan dilakukan untuk mengetahui tingkat penyimpangan kadar air pada bubuk teh kering yang dihasilkan. Pengambilan jumlah sampel dilakukan dengan metode *Simple Random Sampling* dimana tiap anggota populasi memiliki *opportunity* yang sama untuk dapat terpilih sebagai sampel. Perusahaan melakukan pengambilan sampel sebanyak 11 kali per hari atau sesuai dengan kondisi mesin. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa perusahaan telah mengambil sampel sebanyak 3.421 sampel selama bulan Agustus 2021 sampai dengan bulan Juli 2022. Jumlah sampel minimum yang harus diambil sebagai objek dalam penelitian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini, (batas toleransi kesalahan adalah 5%) [11].

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3)$$

$$n = \frac{3421}{1 + (3421)(0,05)^2}$$

$$n = 358,126$$

$$n \approx 360 \text{ sample}$$

Untuk memenuhi jumlah sampel yang dibutuhkan pada 5 subgrup, maka sampel minimum yang diperoleh dari perhitungan rumus slovin dibulatkan menjadi 360 sampel dan sudah memenuhi uji kecukupan data yang telah dilakukan.

Pengolahan data dilakukan dengan uji kecukupan data, uji kenormalan data, pembuatan peta kendali *x-bar* dan peta kendali R, serta melakukan pengukuran nilai *Defect per Unit* (DPU), *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan mengonversi *level sigma*. Kemudian pada tahap analisis dilakukan proses analisa faktor penyebab penyimpangan kadar air teh menggunakan *fishbone diagram* dan analisis usulan perbaikan dilakukan dengan metode *Failure mode and Effect Analysis* (FMEA) guna menentukan urutan prioritas masalah dan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk menanggulangi penyimpangan pada tingkat kadar air.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses Pengeringan

Proses pengeringan merupakan aktivitas untuk mengubah bubuk basah menjadi bubuk kering guna membuat bubuk teh lebih tahan lama ketika disimpan. Proses ini dilakukan ketika bubuk teh telah melewati proses fermentasi. Pengeringan bubuk teh dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kandungan kadar air bubuk teh menjadi 3% - 4% guna mempertahankan mutu teh. Proses pengeringan juga dilakukan untuk menghentikan reaksi oksidasi enzimatis yang terdapat pada bubuk teh [12]. Jika reaksi enzimatis pada bubuk teh tidak dihentikan maka sifat-sifat dan kualitas dari bubuk teh akan menurun. Sehingga perlu dilakukan proses pengeringan menggunakan mesin *dryer* bersuhu tinggi.

Proses pengeringan berlangsung selama 24 – 25 menit setiap serinya dengan mengalirkan udara panas dari kompor berbahan bakar batu bara, kayu dan pellet melalui bantuan *blower*. Bubuk basah hasil fermentasi dimasukkan ke dalam *dryer* bersuhu 98°C – 100°C dengan tebal hamparan yang diatur melalui *spreader*. Pengaturan tebal hamparan dilakukan sesuai dengan kondisi suhu mesin agar proses pengeringan berjalan merata. Bubuk teh basah yang telah dikeringkan akan keluar dengan suhu 50°C – 55°C melewati bagian bawah *dryer*. Bubuk kering lalu didinginkan di bak penampung untuk mencegah adanya jamur, kemudian dimasukkan ke dalam karung dan ditimbang untuk diangkut ke dalam ruang sortasi kering.

Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma (DMAIC)

Metode *Six Sigma* adalah metode pendekatan yang digunakan untuk mengurangi cacat atau variabilitas produk secara dramatik. Metode ini dapat dijalankan dengan menggunakan tahap *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* atau biasa disingkat dengan DMAIC.

Define (D)

Pada tahap ini berisi langkah pendefinisian terkait dengan masalah kualitas pada proses pengeringan teh hitam. Adapaun kriteria teh hitam yang sesuai dengan standar perusahaan adalah bubuk teh kering yang memiliki tingkat kadar air 3% - 4%. Permasalahan yang terdapat pada PT. XY adalah masih ditemukannya bubuk teh kering yang tidak sesuai dengan standar perusahaan, yaitu bubuk teh dengan kandungan kadar air melebihi 4% dan menyebabkan adanya *rework*.

Sehingga, untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan mengurangi kerugian maka kualitas pada proses pengeringan perlu ditingkatkan.

Measure (M)

Pada tahap ini, pengukuran dilakukan dengan menggunakan peta kendali \bar{X} , peta kendali R, perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma*. Untuk mengetahui tingkat pengendalian dan performa pada proses pengeringan dilakukan pengukuran menggunakan peta kendali \bar{x} -bar dan R.

Pembuatan peta kendali \bar{X} dilakukan dengan mencari rata-rata \bar{x} dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{x}}{N} \quad (4)$$

$$\bar{x} = \frac{336,2}{72} = 4,7$$

Sedangkan untuk membuat peta kendali R dilakukan dengan mencari nilai \bar{R} dengan menggunakan rumus berikut:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{R}}{N} \quad (5)$$

$$\bar{R} = \frac{70,7}{72} = 0,98$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan data tersebut kemudian data diolah dengan mencari nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) pada peta kendali \bar{X} dan R dengan rumus dan ketentuan berikut ini:

Diketahui:

$$n = 5$$

$$A_2 = 0,577$$

$$D_4 = 2,114$$

$$D_3 = 0$$

- a. Nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) pada peta kendali \bar{X}

$$UCL = \bar{x} + (A_2 \bar{R}) \quad (6)$$

$$UCL = 4,7 + (0,577 \times 0,98) = 5,236$$

$$LCL = \bar{x} - (A_2 \bar{R}) \quad (7)$$

$$LCL = 4,7 - (0,577 \times 0,98) = 4,102$$

- b. Nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) pada peta kendali R

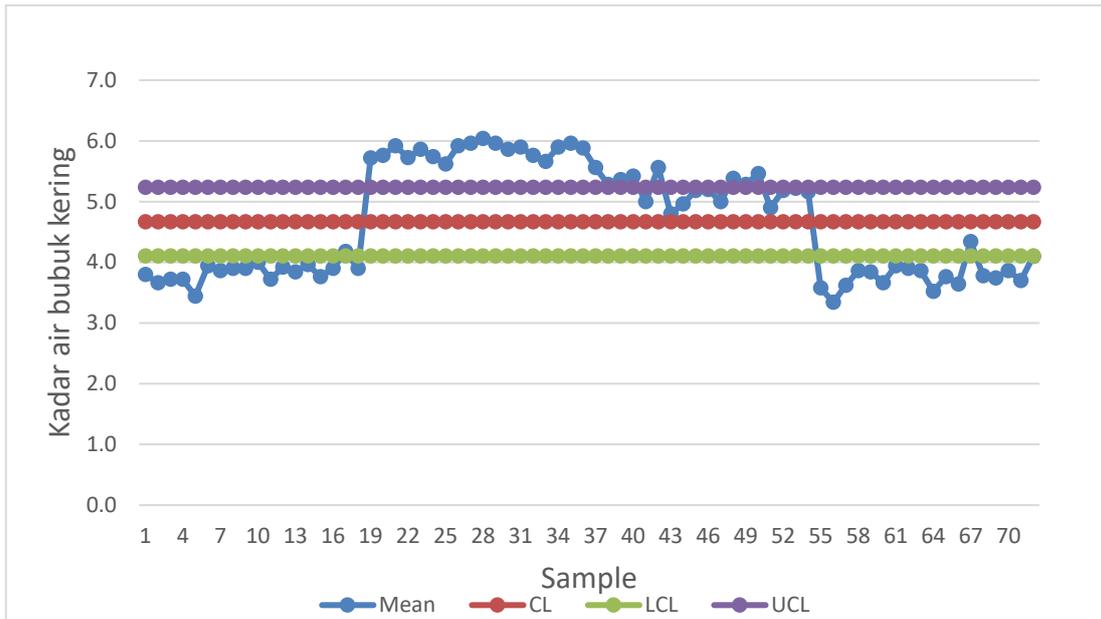
$$UCL = D_4 \bar{R} \quad (8)$$

$$UCL = 2,114 \times 0,98 = 2,075$$

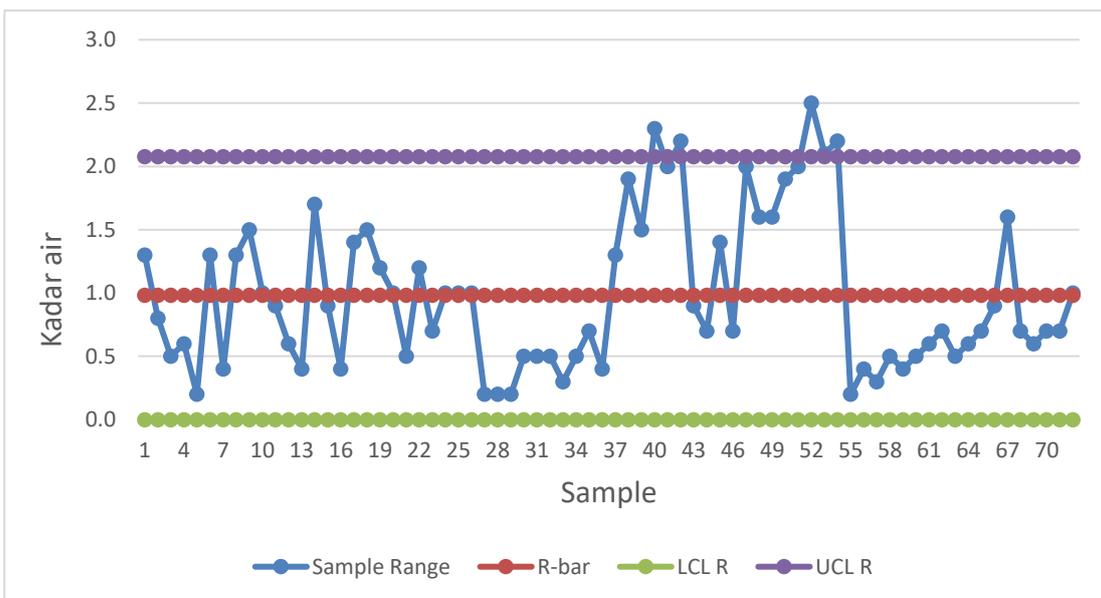
$$LCL = D_3 \bar{R} \quad (9)$$

$$LCL = 0 \times 0,98 = 0$$

Grafik peta kendali \bar{X} dan R dapat dilihat pada gambar 1. dan gambar 2. berikut ini.



Gambar 1. Grafik Peta Kendali X-bar pada Tingkat Kadar Air Teh Kering



Gambar 2. Grafik Peta kendali R pada Tingkat Kadar Air Teh Kering

Berdasarkan grafik pada gambar 1. diatas, dapat diketahui bahwa nilai *Center Line* (CL) sebesar 4,7. Sedangkan nilai *Upper Control Limit* (UCL) sebesar 5,236 dan *Lower Control Limit* (LCL) sebesar 4,102. Dalam grafik tersebut terdapat 33 sampel yang melewati batas LCL dan 24 sampel yang melewati UCL. Hal tersebut menunjukkan adanya error atau permasalahan pada kualitas bubuk teh kering, sehingga inspeksi perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab kinerja yang buruk pada proses pengeringan.

Sedangkan grafik yang tertera pada gambar 2. diatas, menunjukkan bahwa nilai *Range bar* (R-bar) sebesar 0.98. Sedangkan nilai *Upper Control Limit* (UCL) sebesar 2,0758 dan *Lower Control Limit* (LCL) sebesar 0. Dalam grafik tersebut terdapat 4 sampel yang melewati UCL. Grafik tersebut menunjukkan perilaku yang tidak menentu akibat *performance* yang kurang baik. Sehingga inspeksi perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab kinerja yang buruk pada proses pengeringan. Eliminasi *error* juga perlu dilakukan untuk menunjang perbaikan yang lebih optimal.

Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dilakukan untuk mengetahui nilai *sigma* dan banyaknya penyimpangan kadar air yang terjadi pada proses pengeringan teh hitam. Nilai *sigma* pada proses pengeringan dapat diketahui dengan melakukan langkah perhitungan menggunakan rumus berikut:

a. Perhitungan *Defect per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total kerusakan}}{\text{Total produksi}}$$

$$DPU = \frac{257}{98522} = 0,002608$$

Nilai *Defect per Unit* (DPU) diatas merupakan nilai yang menunjukkan kinerja dari proses pengeringan berdasarkan jumlah total kerusakan atau jumlah cacat.

b. Melakukan perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = \frac{\text{Total cacat produksi}}{\text{Jumlah produksi}} \times 1.000.000$$

$$DPMO_{\text{Total}} = \frac{257}{98522} \times 1000.000 = 2608,25$$

Nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) diatas menunjukkan rasio jumlah cacat yang diperlukan dalam pengukuran kinerja proses pengeringan. Apabila semakin kecil nilai DPMO maka akan semakin baik level *sigma* pada suatu proses. Dalam hal ini, nilai tersebut menunjukkan bahwa dalam satu juta produksi terdapat kemungkinan kerusakan sebesar 2.608 sampel pada proses pengeringan.

c. Mengkonversikan hasil perhitungan DPMO dengan tabel *Six Sigma* untuk menghasilkan nilai *Sigma*.



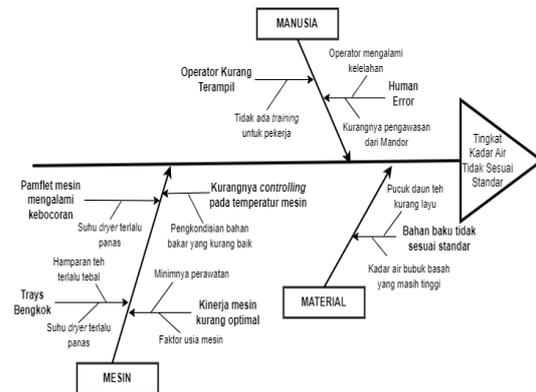
Gambar 3. DPMO dan Level Sigma (Sumber: isixsigma.com)

Berdasarkan hasil perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO), tingkat *sigma* pada proses pengeringan bubuk teh pada PT. XY adalah 4,29 *sigma* dengan kemungkinan

kerusakan atau cacat sebanyak 2.608 sampel dalam satu juta produksi. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses pengeringan bubuk teh hitam pada perusahaan tersebut sudah dilakukan dengan baik hingga mencapai *quality level* sekitar 99.38%, namun karena masih ditemukannya cacat pada sampel maka perlu dilakukannya tindakan lanjutan guna menurunkan atau menghilangkan cacat pada produk hasil pengeringan dengan mengidentifikasi penyebab terjadinya *defect*.

Analyze (A)

Tahap *analyze* dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah yang ditemukan pada proses pengeringan teh hitam, permasalahan yang dimaksud berkaitan dengan penyimpangan kadar air dari standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Analisis dilakukan berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap *measure*. Oleh karena itu, *fishbone diagram* diperlukan untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi prosedur atau proses pengeringan teh hitam yang terdiri dari kategori *man*, *material*, *machine*, *method* dan *environment* yang ditunjukkan pada gambar 4. berikut.



Gambar 4. Fishbone Diagram Penyimpangan Kadar Air

Improve (I)

Tahap *improve* dilakukan untuk menentukan rencana terkait dengan tindakan perbaikan yang dapat meningkatkan kualitas. Upaya peningkatan kualitas akan dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini digunakan untuk membantu menentukan rencana perbaikan kualitas melalui proses identifikasi faktor-faktor kritis terhadap jenis kesalahan yang kerap terjadi, kemudian menentukan tindakan perbaikan yang tepat untuk dilakukan. Penerapan metode FMEA dilakukan dengan memberikan pembobotan pada *severity*, *occurance* dan *detection* yang berdasarkan pada potensi efek kegagalan, penyebab dari kegagalan, dan proses kontrol untuk memperoleh nilai *Risk*

Priority Number (RPN). Nilai RPN yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengetahui potensial masalah yang lebih prioritas dengan mengindikasikan angka yang paling tinggi, sehingga prioritas penanganan yang lebih serius dapat

ditentukan. Dalam pembuatan FMEA, data diperoleh berdasarkan hasil konsultasi dengan 2 orang mandor pengeringan yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Terhadap Penyimpangan Kadar Air

<i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Effect of Failure</i>	<i>Severity</i>	<i>Occure</i>	<i>Detection</i>	<i>Risk Priority Number</i>
Kelalaian dalam bekerja atau <i>Human Error</i>	Operator mengalami kelelahan	Tingkat ketelitian pekerja berkurang	5	4	5	100
	Kurangnya pengawasan dari <i>Supervisor</i>	Suhu mesin dan hasil pengeringan tidak terpantau	5	4	4	80
Operator kurang terampil dalam menjalankan prosedur kerja dan kurang mengetahui kinerja mesin	Kurangnya pengeahuan operator dan tidak ada pelatihan pekerja	Pekerja tidak dapat mengidentifikasi cacat dan mengatur hamparan teh pada mesin	8	7	5	280
Kurangnya <i>controlling</i> pada temperatur mesin	Pengkondisian bahan bakar yang kurang baik	Suhu <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> kurang terkendali	7	6	4	168
Kinerja mesin kurang optimal	Kurangnya <i>maintenance</i> pada mesin	Terdapat beberapa komponen mesin yang aus	6	3	7	126
Bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan standar	Pucuk daun teh kurang layu	Bubuk hasil pengeringan kurang matang	8	6	7	336
	Kadar air bubuk basah hasil fermentasi masih tinggi	Hasil akhir proses pengeringan memiliki tingkat kadar air yang masih tinggi	7	6	7	294

Usulan *improvement* sebagai alternatif solusi untuk mengatasi akar-akar masalah penyimpangan kadar air

penyebab diurutkan

berdasarkan nilai RPN tertinggi (336) hingga terendah (80) dapat dilihat pada tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2.
Usulan Improvement Terhadap Penyimpangan Kadar Air

Faktor	Permasalahan	Penyebab Permasalahan	Usulan Perbaikan
Material	Bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan standar	Pucuk daun teh kurang layu	Menambah waktu pada proses pelayuan, melakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap tingkat kelayuan pucuk teh dan kadar air yang terkandung pada pucuk
		Kadar air bubuk basah hasil fermentasi masih tinggi	Memperpanjang waktu proses pengeringan pada bubuk teh basah yang memiliki kadar air yang masih tinggi.
Man	Operator kurang terampil dalam menjalankan prosedur kerja	Pengetahuan operator kurang memadai	Membuat program <i>training and development</i> untuk para pekerja
	Kelalaian dalam bekerja (<i>Human Error</i>)	Operator mengalami kelelahan	Menambah <i>material handling</i> untuk membantu pekerja mengangkut karung teh hasil pengeringan ke sektor sortasi kering.
		Kurangnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	Melakukan <i>controlling</i> secara berkala terhadap suhu mesin, pengkondisian bahan bakar, tingkat kadar air teh, serta tekstur dan kenampakan bubuk kering.
Machine	Kurangnya <i>controlling</i> pada temperature mesin	Pengkondisian bahan bakar yang kurang baik	Melakukan <i>controlling</i> terhadap bahan bakar yang digunakan agar suhu panas yang dihasilkan tetap stabil.
	Kinerja mesin kurang optimal	Kurangnya <i>maintenance</i> pada mesin	Membuat jadwal <i>maintenance</i> pada mesin secara rutin, mengganti beberapa bagian mesin yang tidak layak pakai

Control (C)

Tahap *control* merupakan langkah terakhir dari proses pengendalian kualitas menggunakan metode DMAIC. Alternatif solusi dari tahap *improve* dapat diterapkan dengan melakukan tahap *monitoring* yang dilakukan secara berkala terhadap rencana perbaikan. Pengawasan dilakukan oleh perusahaan dengan tujuan untuk memantau dan melihat kondisi proses pengeringan sehingga penyimpangan kadar air dapat berkurang.

3.1. Analisis Penyebab Permasalahan

Berdasarkan gambar 1. dan gambar 2. pada tahap *Measure*, hasil pengolahan data jumlah kadar air pada bubuk I, bubuk II, bubuk III, bubuk IV dan bubuk badag yang digambarkan pada peta kendali Xbar dan peta kendali R menunjukkan bahwa *performance* dari proses pengeringan menunjukkan tingkah laku yang tidak menentu dan cenderung kurang stabil. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *error* atau data kadar air yang melebihi *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Meskipun nilai *sigma* yang terdapat pada gambar 3. menunjukkan bahwa proses pengeringan yang dilakukan sudah tergolong baik, namun peningkatan *performance* dan eliminasi *error* pada proses pengeringan perlu dilakukan.

Peningkatan *performance* dapat dilakukan dengan melakukan analisis untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya penyimpangan kadar air pada proses pengeringan. Berdasarkan gambar 4. pada tahap *Analyze*, menunjukkan bahwa faktor utama penyebab penyimpangan kadar air terdapat pada kategori *Man*, *Machine* dan *Material*. Pada kategori *Man*, *human error* terjadi karena kelelahan yang dialami pekerja dan kurangnya pengawasan dari pihak *supervisor* atau mandor pengeringan. Banyaknya gerakan yang dilakukan oleh para pekerja seperti mengambil bahan baku dari ruang fermentasi menggunakan *trolley*, memasukkan bahan baku ke dalam mesin *dryer*, memasukkan bubuk kering hasil pengeringan ke dalam karung, mengangkut karung berisi bubuk ke dalam ruang sortasi kering, membersihkan area mesin secara konstan dapat menguras tenaga para pekerja. Akibatnya, suhu mesin kurang terkontrol dan pekerja kurang teliti dalam memeriksa bubuk kering yang keluar dari mesin *dryer*. Selain itu, kurangnya terampilnya para pekerja dalam mengatur kecepatan *trays* dan hamparan bubuk teh juga dapat mempengaruhi hasil pengeringan.

Pada kategori *Machine*, penyimpangan kadar air pada proses pengeringan dapat terjadi akibat

kurangnya *controlling* pada temperatur mesin yang disebabkan karena pengkondisian bahan bakar yang kurang baik, kinerja mesin yang kurang optimal akibat kondisi mesin yang sudah tua, pamflet mesin yang mengalami kebocoran karena suhu kompor yang terlalu tinggi sehingga percikan api membakar hamparan bubuk teh serta *trays* yang bengkok karena hamparan teh yang terlalu tebal dan suhu mesin yang terlalu tinggi. Sedangkan pada kategori *Material*, penyimpangan kadar air terjadi karena bahan baku teh yang digunakan tidak sesuai dengan standar. Bubuk teh basah yang dikeringkan masih mengandung kadar air yang masih tinggi akibat proses pelayuan pucuk teh yang kurang sempurna. Sehingga, jika proses pengeringan dilakukan sesuai dengan waktu proses yang ditetapkan maka jumlah kadar air pada bubuk kering yang dihasilkan masih berada pada kisaran 5%.

3.2. Analisis Prioritas Penyebab Permasalahan dan Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap *Improve*, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi pada sektor pengeringan secara menyeluruh mulai dari *failure mode*, *cause of failure*, dan *effect of failure*. Selain itu, proses analisis dengan metode ini juga dapat mengidentifikasi skor dari penyebab permasalahan berdasarkan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Hasil dari tiga kategori penilaian tersebut akan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengetahui prioritas penyebab permasalahan.

Berdasarkan tabel 1. pada tahap *Improve*, penyebab permasalahan seperti kebocoran pamflet mesin dan *trays* yang bengkok masih berada dalam kendali perusahaan karena frekuensi terjadinya masalah tersebut yang tergolong kecil. Sehingga *failure mode* yang dianalisis adalah *human error*, operator kurang terampil dalam menjalankan prosedur kerja dan kurang mengetahui kinerja mesin, kurangnya *controlling* pada temperatur mesin, kinerja mesin kurang optimal, serta bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan standar. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa level risiko yang masuk ke dalam kategori *very high* adalah bahan baku yang tidak sesuai standar dan kurangnya keterampilan pekerja. Sedangkan penyebab permasalahan yang berada pada kategori *high* adalah kurangnya *controlling* pada temperature mesin dan kinerja mesin yang kurang optimal. Kemudian penyebab permasalahan yang masuk ke dalam kategori *medium* adalah terjadinya kelalaian dalam bekerja/ *human error*. Dari prioritas penyebab

permasalahan dan level risiko yang sesuai dengan tabel 2.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut yaitu nilai sigma pada proses pengeringan teh hitam menunjukkan nilai sebesar 4,29 *sigma* dengan kemungkinan kerusakan atau cacat sebanyak 2.608 sampel dalam satu juta produksi. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses pengeringan bubuk teh hitam pada perusahaan tersebut sudah dilakukan dengan baik hingga mencapai *quality level* sekitar 99.38%, faktor penyebab terjadinya *defect* berdasarkan analisis *fishbone diagram* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah *human error*, operator kurang terampil dalam menjalankan prosedur kerja dan kurang mengetahui kinerja mesin, kurangnya *controlling* pada temperatur mesin, kinerja mesin kurang optimal, serta bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan standar, usulan perbaikan yang dapat digunakan untuk mengatasi penyebab permasalahan penyimpangan kadar air adalah menambah waktu pada proses pelayuan, melakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap tingkat kelayuan pucuk teh dan kadar air yang terkandung pada pucuk, memperpanjang waktu proses pengeringan pada bubuk teh basah yang memiliki kadar air yang masih tinggi, membuat program *training and development* untuk para pekerja, menambah *material handling* untuk membantu pekerja mengangkut karung teh hasil pengeringan ke sektor sortasi kering, melakukan *controlling* secara berkala terhadap suhu mesin, pengondisian bahan bakar, tingkat kadar air teh, serta tekstur dan kenampakan bubuk kering, melakukan *controlling* terhadap bahan bakar yang digunakan agar suhu panas yang dihasilkan tetap stabil, dan membuat jadwal *maintenance* pada mesin secara rutin, mengganti beberapa bagian mesin yang tidak layak pakai.

Daftar Pustaka

- [1] A. F. Shiyamy, S. Rohmat, and A. Sopian, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Statistical Process Control," *Komitmen J. Ilm. Manaj.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–44, 2021.
- [2] F. Ahmad, "Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm," *J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 6, no. VOLUME 6 NO 1 FEBRUARI 2019, pp. 11–17, 2019.
- [3] H. Sirine, E. P. Kurniawati, S. Pengajar, F. Ekonomika, D. Bisnis, and U. Salatiga, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo)," *AJIE-Asian J. Innov. Entrep.*, vol. 02, no. 03, pp. 2477–3824, 2017.
- [4] D. Ramadian, R. A. Hidayat, and M. Yetrina, "Pengendalian Kualitas Proses Pengeringan Teh Hitam (Orthodoks) Menggunakan Metode Dmaic Di Pt. Perkebunan Nusantara Viii Kebun Gedeh Mas, Cianjur," *J. PASTI (Penelitian dan Apl. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2022.
- [5] R. Ekawati and R. A. Rachman, "Analisa Pengendalian Kualitas Produk Horn PT. MI Menggunakan Six Sigma," *J. Ind. Serv.*, vol. 3, no. 1a, pp. 32–38, 2017.
- [6] R. D. Astuti and L. Lathifurahman, "Aplikasi Lean Six-Sigma Untuk Mengurangi Pemborosan Di Bagian Packaging Semen," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 143, 2020.
- [7] E. Shinta Sadiyah, R. Awaluddin, and L. Karmela Fitriyani, "Manajemen Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma pada CV. Roti Berkah 313 Kabupaten Kuningan," *J. Agrimanex Agribusiness, Rural Manag. Dev. Ext.*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [8] E. W. Asih, L. Ode, R. Rain, A. Pohandry, T. Industri, and T. Industri, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Teh Hitam dengan Pendekatan Lean-Six Sigma Method di PT. Teh XY," *J. Ind. Eng. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 136–145.
- [9] A. Tejaningrum and I. Rustyani, "Analisis Kualitas Produk Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Untuk Mengidentifikasi Faktor Penyebab Dominan," *Manag. Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 128–137, 2019.
- [10] R. Y. Hanif, H. S. Rukmi, and S. Susanty, "Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT.X dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)," *J. Online Inst. Teknol. Nas. Juli*, vol. 03, no. 03, pp. 137–147, 2015.
- [11] M. Januar, R. Astuti, and D. M. Iksari, "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Pengeringan Teh Hitam Dengan Metode Six Sgma : Studi Kasus Di PTPN XII (PERSERO) Wonosari , Lawang Analysis of Quality Control in Black Tea Drying Process with Six Sigma Methods : Case Study in PTPN XII (Pers," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 15, no. 1, pp. 37–46, 2014.

- [12] Miswadi, “Lapora Tugas Akhir Quality control pada pengolahan teh hitam quality control pada pengolahan teh hitam di ptpn Ix (persero) -kebun semugih,” 2009.