



SKRIPSI M Farit Rusdiawan

ID : 4a79165fa6d8fff713ac52b7b7a3847fd8548986



19%

Suspicious texts

File name : SKRIPSI M Farit Rusdiawan.txt

Original file size : 397.7 KB

Number of words : 5,260

Number of characters : 39108

Submitter : UMSIDA Perpustakaan

Submission date : April 17, 2026

Upload type : interface

analysis end date : April 17, 2026

Summary (section 1/3)

Location of suspect texts in the document :



Included in the suspicious text score :

Similarities 2%

Syntactics 2% **Semantics** *Not measured*

Passages with similarities to sources found in different collections.



AI detection 15%

Texts with stylistically similar formulations to AI-generated text.

This rate is an indicator, not proof. Check with the author that he/she has mastered the knowledge mentioned in the document.



Unrecognized languages 3%

Passages in which some of the vocabulary used is not part of the language dictionary. This may be an attempt by the author to modify the text to make detection impossible.



Not included in the percentage of suspicious texts :

Texts between quotes

Passages between quotation marks, often revealing a quotation.

0%



Similarities

2%




Passages with similarities to sources found in different collections.



Main source detected

No.	Description	Similarities	Locations
1	 Efforts to Control Defects in Shrimp Crackers... archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/... ↗	1%	

Source with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations
2	 Artikel PSPI_Acopen_Submit #55f10c 📌 Comes from my group	<1%	
3	 archive.umsida.ac.id archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/... ↗	<1%	
4	 myskripsi.ums.ac.id myskripsi.ums.ac.id/media/skripsi/proposal/202... ↗	<1%	



Lean six sigma Dengan Konsep DMAIC Sebagai Upaya Pengendalian Produksi Powder

M Farit Rusdiawan¹⁾, Inggit Marodiyah²⁾

1)Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2)Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: inggit@umsida.ac.id

1,2



Abstract. PT XYZ, as a powder-based food manufacturing company, is still facing quality issues with 1,056 defective products out of a total production of 16,570 units, resulting in a defect rate of 6%, which exceeds the company's tolerance limit of 5%. This study aims to identify the causes of defects, determine the most dominant type of defect, and propose improvement recommendations. The Lean Six Sigma method with the DMAIC approach is applied in this study. The results indicate that the dominant defect is hold lumpy, with 305 defective units, caused by the formation of lumps in powder products due to uncontrolled moisture content and suboptimal drying processes. The DPMO value of 12,745.93 and a sigma level of 3.7 indicate that the process performance is still not optimal. In addition, waste identification reveals that defects are the largest source of waste in the production process. The proposed improvements focus on enhancing process control, machine maintenance, work standardization, raw material quality control, and operator training. The implementation of these improvements is expected to reduce the defect rate below the tolerance limit, improve process capability, and enhance the overall efficiency and stability of the production process in a sustainable manner.

Keywords – Lean Six Sigma, DMAIC, quality control, powder, product defects



Abstrak. PT XYZ sebagai perusahaan manufaktur pengolahan pangan berbasis powder masih menghadapi permasalahan kualitas dengan jumlah kecacatan produk sebanyak 1.056 unit dari total produksi 16.570 unit, dengan tingkat kecacatan mencapai 6% yang melebihi toleransi perusahaan sebesar 5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kecacatan, jenis cacat tertinggi, serta menyusun rekomendasi perbaikan. Metode Lean Six Sigma dengan pendekatan DMAIC digunakan dalam penelitian ini. Hasil menunjukkan bahwa defect dominan adalah hold lumpy sebanyak 305 unit, yang disebabkan oleh terbentuknya gumpalan pada produk powder akibat kadar air yang tidak terkendali, proses pengeringan yang kurang optimal. Nilai DPMO sebesar 12.745,93 dan level sigma 3,7 menunjukkan kinerja proses belum optimal. Selain itu, identifikasi waste menunjukkan bahwa defect merupakan pemborosan terbesar dalam proses

produksi. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada peningkatan kontrol proses, perawatan mesin, standarisasi kerja, pengendalian bahan baku, serta pelatihan operator. Implementasi perbaikan ini diharapkan mampu menurunkan tingkat kecacatan hingga di bawah batas toleransi, meningkatkan kapabilitas proses, serta memperbaiki efisiensi dan stabilitas produksi secara berkelanjutan.

Kata Kunci – Lean Six Sigma, DMAIC, pengendalian kualitas, powder, kecacatan produk

I. Pendahuluan

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur di bidang pengolahan pangan yang berfokus pada pengembangan serta produksi bahan baku makanan dan minuman (food ingredients). Pada kondisi proses produksi yang fluktuatif tersebut sering menimbulkan berbagai permasalahan kualitas, terutama munculnya beberapa jenis defect pada produk powder, seperti defect hold bulk density (ketidaksesuaian kerapatan massa serbuk), hold blackspot (munculnya titik hitam akibat partikel gosong), hold browning (perubahan warna menjadi lebih gelap), hold lumpy (biasanya terbentuk karena ada gumpalan pada powder), serta hold moisture content atau kadar air yang melebihi standar. Defect-defect ini tidak hanya menurunkan kualitas produk, tetapi juga berdampak pada meningkatnya rework, penurunan efisiensi proses, serta risiko tidak terpenuhinya spesifikasi pelanggan[1]. Permasalahan utama yang dihadapi perusahaan terletak pada ketidakstabilan proses operasional mesin spray dryer yang berdampak langsung pada meningkatnya tingkat kecacatan produk. Dari total produksi sebanyak 16.570 unit, tercatat persentase defect sebesar 6%, angka ini melampaui batas toleransi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 5%[2].

Jenis kecacatan yang muncul tidak hanya disebabkan oleh satu faktor, melainkan melibatkan berbagai elemen dalam sistem produksi yang saling berhubungan. Berdasarkan hasil pengamatan selama lima bulan, ditemukan sebanyak 1056 unit cacat dari 16.570 sampel yang diperiksa, dengan jenis cacat meliputi hold lumpy, hold browning, dan hold blackspot. Hasil analisis menunjukkan bahwa cacat paling dominan adalah hold lumpy dengan persentase 29%. Sementara itu, hold bulk density (BD) menyumbang 23%, hold blackspot (BS) sebesar 21%, hold browning (BR) sebesar 20% dan hold moisture content (MC) sebanyak 7%. Operator produksi memiliki peran penting dalam mengatur serta memantau parameter proses, sementara bagian Quality Control bertanggung jawab dalam melakukan pengujian dan menetapkan status mutu produk. Di sisi lain, kondisi mesin spray dryer dan peralatan pendukung turut memengaruhi kestabilan proses produksi. Faktor lingkungan kerja seperti suhu dan kelembapan juga berkontribusi terhadap variasi proses. Selain itu, kebijakan, pengawasan, dan penerapan standar operasional oleh manajemen menjadi faktor pendukung dalam menjaga konsistensi kualitas[3]. Penerapan Lean six sigma dengan pendekatan DMAIC telah banyak dilakukan pada berbagai industri untuk mengurangi tingkat cacat dan meningkatkan stabilitas proses. Lean Six sigma merupakan salah satu metode perbaikan kualitas yang dirancang khusus untuk menurunkan tingkat defect dalam proses produksi. Metode





ini mengintegrasikan prinsip Lean, yang berfokus pada pengurangan waste dan peningkatan aliran proses, dengan Six sigma yang menekankan pengendalian variasi dan peningkatan kapabilitas proses[4]. Konsep DMAIC dipilih karena terbukti efektif dalam memecahkan masalah yang sistematis, terukur, dan berbasis data dalam upaya menurunkan defect pada proses produksi serbuk di PT XYZ. Dalam penelitian ini, penggunaan DMAIC menunjukkan bahwa setiap tahap mulai dari Define untuk mengidentifikasi masalah kualitas, Measure untuk mengumpulkan dan memvalidasi data defect, Analyze untuk menemukan akar penyebab, Improve untuk merancang solusi perbaikan, hingga Control untuk memastikan hasil perbaikan tetap stabil berkontribusi langsung terhadap penurunan variasi proses dan perbaikan kualitas produk. Harapan saya menggunakan metode lean six sigma menggunakan konsep DMAIC adalah Mengidentifikasi akar penyebab secara lebih detail dibanding penelitian sebelumnya dengan mempertimbangkan mesin, lingkungan, operator, dan metode QC secara bersamaan[5].

Penelitian terdahulu yang digunakan untuk memperkuat antara lain, oleh Hafizh dan Prabowo menerapkan metode Lean Six sigma untuk mengidentifikasi dan mengurangi waste pada proses produksi obat nyamuk bakar. Melalui analisis VSM dan DMAIC, ini relevan karena menunjukkan bahwa Lean Six sigma efektif untuk menganalisis pemborosan dalam proses manufaktur[6]. Penelitian oleh Putri mengimplementasi perbaikan terstruktur. Studi ini menggunakan VSM dan fishbone untuk menemukan penyebab akar masalah dan memberikan rekomendasi perbaikan yang berdampak signifikan terhadap pengurangan waktu proses[7]. Jurnal lain oleh Syarif juga menerapkan prinsip Lean Six sigma dalam industri makanan dan minuman, menunjukkan bahwa integrasi VSM, DMAIC, dan 5S dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi dan distribusi. Penelitian ini mendukung pencapaian SDGs poin 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) melalui peningkatan kapabilitas dan keandalan sistem produksi berbasis inovasi proses. Metode Lean Six Sigma dengan pendekatan DMAIC diterapkan untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengendalikan variasi pada proses spray drying yang berdampak pada tingkat defect produk powder. Parameter kritis proses seperti suhu inlet-outlet, tekanan udara, dan kelembapan lingkungan dianalisis sebagai critical to quality (CTQ) dalam upaya meningkatkan stabilitas proses. Implementasi perbaikan dan standarisasi pengendalian proses diharapkan mampu meningkatkan performa mesin spray dryer, menurunkan tingkat kecacatan, serta memperkuat daya saing dan keberlanjutan sistem manufaktur[8]. Penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi akar penyebab defect pada produk powder melalui penerapan Lean Six Sigma dengan pendekatan DMAIC, sehingga tingkat kecacatan dapat ditekan di bawah batas toleransi perusahaan. Selain itu, penelitian ini diharapkan meningkatkan kapabilitas dan stabilitas proses produksi serta menghasilkan rekomendasi perbaikan yang berkelanjutan untuk pengendalian kualitas produk.

II. Metode

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang berlokasi di desa Sambisirah, Kecamatan Wonorejo, Kabupaten Pasuruan. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari

bulan Oktober 2025 sampai bulan Januari 2026.

Pengumpulan Data

Ada dua jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan sekunder:

1. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari sumber di lapangan melalui observasi, wawancara kepada Manager produksi dan Supervisor produksi untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi produktivitas, seperti penyebab defect powder, jenis defect powder dan pengamatan langsung untuk memperkuat pemahaman kondisi aktual proses produksi.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang diambil dalam penelitian yaitu data jumlah uji sampel dan data jumlah cacat produk bulanan mulai bulan Februari hingga Oktober 2025 yang digunakan sebagai variabel output.

Pengolahan Data

Tahap pengolahan Data, pada penelitian ini diterapkan menggunakan metode Lean Six Sigma merupakan salah satu metode perbaikan kualitas yang dirancang khusus untuk menurunkan tingkat defect dalam proses produksi. Metode ini mengintegrasikan prinsip Lean, yang berfokus pada pengurangan waste dan peningkatan aliran proses, dengan Six Sigma yang menekankan pengendalian variasi dan peningkatan kapabilitas proses. Dalam penelitian ini, penggunaan DMAIC menunjukkan bahwa setiap tahap mulai dari Define untuk mengidentifikasi masalah kualitas, Measure untuk mengumpulkan dan memvalidasi data defect, Analyze untuk menemukan akar penyebab, Improve untuk merancang solusi perbaikan, hingga Control untuk memastikan hasil perbaikan tetap stabil berkontribusi langsung terhadap penurunan variasi proses dan perbaikan kualitas produk. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemampuannya dalam memberikan analisis yang terstruktur untuk mengidentifikasi, mengukur, mengevaluasi, serta memperbaiki permasalahan kualitas pada proses produksi powder di PT.XYZ.

Define

Pada tahap Define dilakukan pengumpulan data untuk mengidentifikasi jumlah defect powder pada proses uji sampel dan dilakukan penentuan nilai CTQ dan dalam CTQ adalah sebagai dasar penentuan fokus perbaikan pada penerapan Lean Six Sigma dengan pendekatan DMAIC[9].

Measure

pada tahap Measure, pengumpulan data kuantitatif dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual proses produksi powder. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah uji sampel, jumlah cacat, jenis cacat, frekuensi cacat tiap bulan, serta parameter proses seperti suhu spray dryer, tekanan udara, kelembapan ruangan, dan standardisasi metode sampling. Pada tahap ini juga dilakukan perhitungan DPMO (Defect Per Million Opportunities) dan level sigma untuk mengetahui performansi awal proses[10].

Persentase masalah atau cacat

$\bar{p} =$

Sumber: [11],[12], [13].

Keterangan:

n = jumlah sampel

np = jumlah kecacatan

\bar{p} = rata-rata proporsi kecacatan

Perhitungan baris (CL)

CL=

Sumber: [14],[15],[16].

Keterangan:

ΣX = Jumlah total yang rusak

ΣN = Jumlah total yang diperiksa

Perhitungan batas kendali atas (UCL)

$UCL = \bar{p} + 3$

Sumber:[14],[15],[16].

Keterangan:

\bar{p} = Rata-rata kecacatan produk

n = Jumlah produksi

Perhitungan batas kendali bawah (LCL)

$UCL = \bar{p} - 3$

Sumber: [14],[15],[16].

Keterangan:

\bar{p} : Rata-rata kecacatan produk

n : Jumlah Produksi

Menentukan (DPMO) Defects Per Million Opportunities

DPU=

Sumber: [17],[18],[19].

TOP= O U

Sumber: [17],[18],[19].

DPO=

Sumber: [17],[18],[19].

DPMO= DPO 1.000.000

Sumber: [17],[18],[19].



Keterangan:

D : Jumlah Kecacatan

U : Total Produksi

O : Jumlah Cacat Produk

Tingkat sigma menggunakan bantuan microsoft excel

Nilai sigma = $\text{NORMSINV} (1.000.000 - \text{DPMO}/1.000.000) + 1,5$

Sumber: [17],[18],[19].

Mengidentifikasi Waste dengan menggunakan Value Stream Mapping (VSM) Dalam penelitian ini, identifikasi waste dilakukan menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk memetakan aliran proses sehingga dapat terlihat bottleneck, aktivitas yang memperpanjang lead time, serta area proses yang menimbulkan variasi dan berpotensi menyebabkan kecacatan[20].

Analysis

Tahap analisis melibatkan penggunaan fishbone diagram untuk mengidentifikasi faktor dan penyebab. Diagram sebab dan akibat berfungsi sebagai alat yang menganalisis cacat dalam suatu perusahaan. Dengan memanfaatkan fishbone diagram, dapat secara efektif menampilkan faktor dan penyebab cacat, melakukan analisis menyeluruh hingga akar penyebab masalahnya ditentukan[21].

Improve

Tahap improve adalah fase peningkatan kualitas Lean six sigma melalui Five M- Checklist, berfokus pada lima elemen pada proses, yaitu man (operator), milieu (lingkungan), method (metode), machine (mesin), dan material (bahan). Perbaikan ini dilakukan dengan mengkaji berbagai aspek proses pertimbangan peluang, kekurangan, kemampuan, perbaikan, analisis, dan tindakan untuk perbaikan lebih lanjut[22].

Control

Tahap control adalah langkah terakhir dalam tahap peningkatan kualitas dengan menjamin tingkat kinerja yang sesuai dengan standar, yang kemudian dicatat dan dilaksanakan serta berguna sebagai langkah korektif untuk menyelesaikan proses selanjutnya[23].

Analisa Dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap upaya pengendalian defect powder dianggap relevan menggunakan Lean six sigma menggunakan konsep DMAIC.

Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap rekomendasi perbaikan, dilakukan penyusunan usulan perbaikan yang ditujukan kepada perusahaan untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi pada tahap analisis sebelumnya. Rekomendasi ini disusun berdasarkan hasil identifikasi akar penyebab kecacatan serta mempertimbangkan kondisi aktual proses produksi yang berlangsung.

Kesimpulan

Tahap kesimpulan berikut digunakan untuk menyajikan inti dari hasil analisis yang telah dilakukan, sehingga pembaca dapat memahami kontribusi penelitian terhadap peningkatan kualitas proses produksi. Kesimpulan juga menjadi dasar dalam pengambilan keputusan serta acuan dalam penyusunan rekomendasi perbaikan yang diharapkan dapat diimplementasikan oleh perusahaan. Dengan demikian, tahap kesimpulan memiliki peran penting dalam memastikan bahwa hasil penelitian tersampaikan secara sistematis, objektif, dan mudah dipahami.

Kemudian langkah-langkah dalam penelitian ini disusun secara sistematis dan digambarkan dalam bentuk diagram alir (flow chart) sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. Diagram tersebut menjelaskan urutan kegiatan penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur dan lapangan, perumusan masalah dan batasannya, pengolahan data, analisis dan pembahasan, dan penarikan kesimpulan.

Gambar 1 Alur penelitian

Diagram alir penelitian tersebut digunakan untuk menggambarkan urutan tahapan penelitian secara sistematis, mulai dari studi literatur dan studi lapangan, identifikasi dan perumusan masalah, hingga pengumpulan dan pengolahan data. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan Lean Six Sigma melalui tahapan DMAIC untuk mengidentifikasi waste, menentukan penyebab utama permasalahan, serta merumuskan perbaikan. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan, yang selanjutnya diakhiri dengan penarikan kesimpulan dan saran, sehingga penelitian dapat berjalan secara terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

III. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan sebagai dasar untuk menentukan nilai Critical to Quality (CTQ) serta mengidentifikasi jumlah dan jenis kecacatan (defect) pada proses produksi. Data yang diperoleh digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual kualitas produk dan mengevaluasi kinerja proses produksi. Selain itu, data tersebut menjadi landasan dalam analisis menggunakan pendekatan Lean Six Sigma pada tahap Define dan Measure dalam siklus DMAIC. Dengan demikian, pengumpulan data berperan penting dalam memastikan analisis dilakukan secara objektif, terukur, dan berbasis data aktual sehingga dapat mendukung penyusunan rekomendasi perbaikan yang tepat.

Tahap Define

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan kualitas produk serta wawancara dengan pihak produksi dan Quality Control, diperoleh beberapa karakteristik kualitas yang menjadi Critical To Quality (CTQ) pada proses produksi powder. CTQ ini merupakan parameter penting yang harus dikendalikan karena berpengaruh langsung terhadap kualitas produk akhir. Adapun jenis CTQ yang teridentifikasi dapat dilihat pada Tabel berikut.



Tabel 2. Jenis Kecacatan

Jenis CTQ Keterangan

- Hold Moisture Content (MC) Kadar air pada produk powder yang harus sesuai standar agar tidak mempengaruhi kualitas dan daya simpan
- Hold Bulk Density (BD) Tingkat kerapatan massa serbuk yang menentukan kesesuaian volume dan karakteristik produk
- Hold Blackspot (BS) Adanya titik hitam akibat partikel gosong yang dapat menurunkan kualitas visual produk
- Hold Browning (BR) Perubahan warna produk menjadi lebih gelap akibat proses yang tidak optimal
- Hold Lumpy Terbentuknya gumpalan pada powder yang menyebabkan produk tidak homogen

Berdasarkan tabel 1, diperoleh 5 Critical To Quality (CTQ) yang menjadi parameter utama dalam pengendalian kualitas, yaitu hold moisture content (MC), hold bulk density (BD), hold blackspot (BS), hold browning (BR), dan hold lumpy. Kelima CTQ tersebut merupakan karakteristik kualitas yang paling kritis karena secara langsung mempengaruhi mutu produk akhir. Dari kelima CTQ tersebut, hold lumpy menjadi CTQ paling dominan sehingga menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan kualitas proses produksi.

Data dalam penelitian ini diperoleh melalui pengamatan langsung pada setiap tahapan proses produksi di perusahaan yang menjadi objek penelitian, serta didukung oleh data historis perusahaan yang mencakup jumlah produksi pada bulan februari sampai oktober 2025. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Data yang Diperoleh Periode februari -Oktober 2025

Bulan total sampel Hold MC Hold Bulk Density Hold BS Hold BR Hold lumpy jumlah total kecacatan

februari	1288	1	34	75	2	8	120
maret	1348	8	15	40	20	35	118
april	958	15	10	30	35	51	141
mei	3207	2	20	21	18	63	124
juni	2206	0	106	0	5	18	129
juli	3030	10	19	20	50	25	124
agustus	317	0	5	15	30	20	70
september	1827	38	28	19	10	25	120
oktober	2389	1	4	0	45	60	110
total	16570	75	241	220	215	305	1056

Berdasarkan Tabel 2 total output yang dihasilkan perusahaan mencapai 16.570 sampel per unit dengan jumlah kecacatan sebanyak 1.056 sampel per unit. Jika dihitung, tingkat kecacatan produk sebesar 6%, angka ini melebihi standar toleransi perusahaan yang telah ditetapkan sebesar 5%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses produksi masih mengalami variasi yang cukup tinggi sehingga belum sepenuhnya berada dalam kondisi terkendali.

Tabel 3. Presentase Data Reject cacat

bulan	total sampel	jenis defect	jumlah total kecacatan	presentase			
		hold MC	hold Bulk density	Hold blackspot	Hold browning	hold lumpy	
februari	1288	1	34	75	2	8	120.9%
maret	1348	8	15	40	20	35	118.9%
april	958	15	10	30	35	51	141.15%
mei	3207	2	20	21	18	63	124.4%
juni	2206	0	106	0	5	18	129.6%
juli	3030	10	19	20	50	25	124.4%
agustus	3170	5	15	30	20	70	222%
september	1827	38	28	19	10	25	120.7%
oktober	2389	1	4	0	45	60	110.5%
total	16570	75	241	220	215	305	1056.6%

Gambar 3 menunjukkan diagram Pareto yang digunakan untuk menyajikan data kecacatan pada proses produksi powder, dengan tujuan mengidentifikasi permasalahan utama yang paling dominan.

Gambar 2 Diagram Pareto

Diagram Pareto pada gambar menunjukkan bahwa distribusi kecacatan produk tidak tersebar secara merata, melainkan terkonsentrasi pada beberapa jenis cacat utama. Cacat hold lumpy merupakan penyumbang terbesar dengan persentase sebesar 29%, diikuti oleh hold Bulk Density sebesar 23%, hold blackspot sebesar 21%, dan hold browning sebesar 20%. Sementara itu, cacat hold MC memiliki kontribusi paling kecil, yaitu sebesar 7% dari total kecacatan.

Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang terstruktur dan siap dianalisis. Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan pendekatan Lean Six Sigma pada tahapan Measure. Proses pengolahan meliputi perhitungan LCL dan UCL selanjutnya menghitung nilai DPMO dan nilai sigma.

Measure

Tahap measure diawali dengan penentuan batas kendali (UCL dan LCL) untuk memverifikasi stabilitas proses produksi. Selanjutnya, metodologi Lean diintegrasikan melalui penyusunan Value Stream Mapping (VSM) guna memetakan alur proses sekaligus mengeliminasi aktivitas non-value added. Rangkaian evaluasi ini ditutup dengan pengukuran kinerja Six Sigma melalui perhitungan DPMO dan penentuan sigma level sebagai parameter kapabilitas proses.

Perhitungan UCL dan LCL

Pada perhitungan UCL dan LCL ini menggunakan P-Chart untuk menentukan ada



tidaknya faktor-faktor yang berada luas batas control. Menghitung Proporsi Produk :

Menghitung (CL)

$\bar{p} =$

$\bar{p} =$

$= 0,093$

Menghitung Control Level (CL)

$= 0,064$

Menghitung Upper Control Level (UCL)

Menghitung Lower Control Level (LCL)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai P, CL, UCL, dan LCL

Bulan Total Sampel Jumlah Defect proporsi ucl cl=p bar lcl

februari 1288 120 0,093 0,084 0,064 0,043

maret 1348 118 0,088 0,084 0,064 0,044

april 958 141 0,147 0,087 0,064 0,040

mei 3207 124 0,039 0,077 0,064 0,051

juni 2206 129 0,058 0,079 0,064 0,048

juli 3030 124 0,041 0,077 0,064 0,050

agustus 317 70 0,221 0,105 0,064 0,023

september 1827 120 0,066 0,081 0,064 0,047

oktober 2389 110 0,046 0,079 0,064 0,049

Total 16570 1056

Berdasarkan tabel 4, pada bulan februari didapatkan nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,084, nilai LCL sebesar 0,043. Kemudian pada bulan Maret nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,084, nilai LCL sebesar 0,044. Kemudian pada bulan april nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,087, nilai LCL sebesar 0,040, Kemudian pada bulan mei nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,077, nilai LCL sebesar 0,051, Kemudian pada bulan juni nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,079, nilai LCL sebesar 0,048, Kemudian pada bulan juli nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,077, nilai LCL sebesar 0,050, Kemudian pada bulan agustus nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,105, nilai LCL sebesar 0,023. Kemudian pada

bulan september nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,081, nilai LCL sebesar 0,047. Kemudian pada bulan oktober nilai CL sebesar 0,064, nilai UCL sebesar 0,079, nilai LCL sebesar 0,049.

Gambar 3 Peta Kendali p – chart

Pada Gambar 3 tersebut menunjukkan Peta Kendali p – chart dengan nilai proporsi produk cacat dari bulan Februari hingga Oktober dengan garis tengah (CL) sebesar 0,064, serta batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) yang berbeda pada setiap periode. Secara umum, sebagian besar nilai proporsi cacat berada di dalam batas kendali, sehingga proses produksi dapat dikatakan terkendali secara statistik. Namun, pada bulan Agustus terjadi lonjakan proporsi cacat sebesar 0,221 yang melebihi batas kendali atas (0,105), sehingga menunjukkan kondisi tidak terkendali (out of control) akibat kemungkinan adanya penyebab khusus. Sementara itu, bulan Mei dan Juli memiliki nilai proporsi yang relatif rendah dan mendekati batas kendali bawah, tetapi masih dalam batas yang diizinkan. Dengan demikian, proses produksi secara keseluruhan cukup stabil, namun perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap penyimpangan pada bulan Agustus agar kejadian serupa tidak terulang.

Perhitungan DPMO dan Level Sigma

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui hasil perhitungan DPMO dan menentukan nilai level sigma perusahaan. Analisis dilakukan berdasarkan data kecacatan (defect) yang diperoleh dari proses produksi selama periode 9 bulan.

Menghitung Defect Per Unit (DPU)

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{16570}{16570} = 0,06$$

Menghitung Total Opportunities (TOP)

$$TOP = O \times U = 5 \times 16570 = 82.870$$

Menghitung Defect Per Opportunitie (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{16570}{82870} = 0,0127546$$

Menghitung Defect Per Milion Opportunities (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 0,0127546 \times 1.000.000 = 12745,93$$

Menghitung Level Sigma

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 12745,93}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,7$$

Dari level sigma yang diperoleh yaitu sebesar 3,7 menunjukkan bahwa level sigma perusahaan saat ini masih belum mampu mendekati enam sigma. Oleh sebab itu perlu melakukan pengendalian kualitas guna melakukan perbaikan dan



meningkatkan kualitas proses produksi powder sehingga mampu meningkatkan nilai level sigma dan menurunkan nilai DPMO.

Analisa dan pembahasan

Tahap analisa dan pembahasan diawali dengan identifikasi pemborosan (waste) menggunakan metode Lean untuk mengetahui aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi. Selanjutnya, dilakukan analisis akar penyebab menggunakan diagram sebab-akibat (fishbone diagram) dengan mengelompokkan faktor ke dalam kategori man, machine, method, material, dan environment.



Identifikasi Waste Menggunakan Value Stream Mapping

Untuk mengidentifikasi aliran proses serta pemborosan yang terjadi, dilakukan pemetaan menggunakan Value Stream Mapping (VSM). VSM digunakan untuk menggambarkan seluruh aktivitas produksi mulai dari supplier hingga produk sampai ke customer, termasuk waktu proses (cycle time) dan waktu tunggu pada setiap tahapan.

Gambar 4. Value Stream Mapping

Berdasarkan Gambar 4, aliran proses produksi powder dimulai dari supplier yang kemudian diteruskan ke bagian production control sebelum masuk ke proses utama produksi. Tahapan proses meliputi transfer DRM, proses dissolution, pasteurisasi, spray drying, vibrator feeder, sieving, filling, hingga packaging sebelum akhirnya dikirim ke customer.



Setiap proses memiliki waktu siklus (cycle time) yang berbeda, dimana proses sieving memiliki waktu terlama yaitu 3.600 detik, sedangkan proses packaging memiliki waktu tercepat yaitu 1.200 detik. Selain itu, terdapat waktu tunggu (delay) sebesar 300 detik pada beberapa titik proses yang menunjukkan adanya aktivitas non value added. Total waktu produksi berdasarkan VSM adalah sebesar 27.000 detik, sedangkan total waktu bernilai tambah (Value Added) sebesar 6.000 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar waktu proses masih didominasi oleh aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (Non Value Added). Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses produksi belum efisien dan masih terdapat pemborosan terutama pada aktivitas transfer, waiting time, serta ketidakseimbangan antar proses. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan untuk mengurangi waktu non value added sehingga efisiensi proses produksi dapat meningkat.

selanjutnya dilakukan VA/NVA Mapping, yang digunakan untuk memetakan seluruh tahapan mulai proses penerimaan bahan baku hingga menjadi produk jadi yang siap diserahkan kepada customer.

Tabel 5. Process Activity Mapping (PAM)

No Proses	Aktivitas	VA	NNVA	NVA	Waktu (detik)	Operator
1	Transfer DRM	Pemindahan	bahan	✓	900	1
2	Transfer	pemindahan	ke area	Dissolution	✓	300 0
3	Dissolution	Proses	pelarutan	✓	1800	1
4	Transfer	pemindahan	ke area	Pasteurisasi	✓	300 0
5	Pasteurisasi	Pemanasan	bahan	✓	2400	1
6	Transfer	pemindahan	ke area	Spray Drying	✓	300 0
7	Spray Drying	Proses	pengeringan	✓	2400	1
8	Transfer	pemindahan	ke area	Vibrator Feeder	✓	300 0
9	Vibrator Feeder	Pengaturan	aliran	powder	✓	2400 1
10	Transfer	pemindahan	ke area	sieving	✓	300 0
11	Sieving	Penyaringan	powder	✓	3600	1
12	Transfer	pemindahan	ke area	Filling	✓	300 0
13	Filling	Pengisian	produk	✓	2700	2
14	Transfer	pemindahan	ke area	packaging	✓	300 0
15	Packaging	Pengemasan	produk	✓	1200	1
16	Storage	Penyimpanan	produk	✓	3000	1
Total					7 1 8 27.000	detik 17

Berdasarkan Tabel 5, total waktu proses produksi adalah sebesar 27.000 detik. Aktivitas yang bernilai tambah (Value Added/VA) sebesar 6.000 detik atau 22,2%, sedangkan aktivitas tidak bernilai tambah (Non Value Added/NVA) sebesar 14.100 detik atau 52,2%, dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah namun masih diperlukan (Non Necessary Value Added/NNVA) sebesar 3.000 detik atau 11,1%. Berdasarkan hasil berikut terlihat bahwa aktivitas non value added mendominasi proses produksi. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi waste untuk mengklasifikasikan dan menentukan pemborosan yang paling dominan, yang kemudian disajikan dalam Tabel Skor Jenis Waste.

Tabel 6. Identifikasi waste
 jenis Waste Skor
 Waste of Defect 4
 waste of Inventory 3
 waste of Waiting 2
 waste of Transportation 1
 waste of Overprocessing 1
 waste of Motion 1

Berdasarkan tabel 6 waste, diketahui bahwa waste of defect merupakan pemborosan paling dominan dengan skor tertinggi yaitu 4, diikuti oleh waste of inventory dengan skor 3, serta waste of waiting dengan skor 2. Sementara itu, waste lainnya seperti transportation, overprocessing, dan motion memiliki skor yang relatif rendah yaitu 1. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam proses produksi terletak pada kecacatan produk (defect) yang menyebabkan terjadinya rework serta meningkatkan waktu dan biaya produksi. Selain itu, tingginya inventory dan waktu tunggu juga menjadi indikasi adanya

ketidakseimbangan dalam aliran produksi. Oleh karena itu, prioritas perbaikan sebaiknya difokuskan pada Pengurangan defect melalui peningkatan kontrol kualitas

Analysis

Pada tahap analisis ini menggunakan fishbone diagram untuk mengidentifikasi faktor dan penyebab. Diagram sebab dan akibat berfungsi sebagai alat yang menganalisis cacat dalam suatu perusahaan. Di lakukan analisis menyeluruh hingga akar penyebab masalahnya ditentukan. kemudian diverifikasi melalui wawancara. Hasil dari analisis tersebut selanjutnya disajikan pada Gambar Gambar 3.

Gambar 3. Fishbone Diagram

Berdasarkan analisis pada gambar 3, diketahui bahwa penyebab terjadinya defect pada produk powder dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yaitu man, method, material, dan machine. Pada faktor man, defect disebabkan oleh kurangnya ketelitian operator dalam memonitor suhu proses serta pengawasan yang kurang optimal saat pergantian shift. Pada faktor method, penyebabnya adalah kesalahan dalam tahapan proses seperti pre-heating serta SOP pengaturan suhu dan waktu proses yang belum detail sehingga berpotensi menyebabkan pemanasan berlebih. Pada faktor material, defect dapat terjadi karena kadar air bahan baku yang tinggi serta penyimpanan bahan yang kurang baik sehingga mempengaruhi kualitas bahan. Sementara itu, pada faktor machine, defect disebabkan oleh kondisi mesin yang tidak stabil, overheating, serta kurangnya pengecekan mesin secara rutin. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa defect powder terjadi akibat kombinasi beberapa faktor dalam proses produksi sehingga diperlukan perbaikan pada aspek operator, metode kerja, bahan baku, dan mesin.

Rekomendasi perbaikan

Tahap rekomendasi perbaikan mengacu pada fase Improve dan Control dalam metode Lean Six Sigma. Pada tahap Improve, dilakukan penerapan usulan perbaikan untuk mengatasi akar penyebab kecacatan. Selanjutnya, pada tahap Control, dilakukan pengendalian untuk memastikan perbaikan berjalan secara konsisten.

Improve

Tahap Improve dilakukan untuk merumuskan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis penyebab defect yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya menggunakan fishbone diagram. Perbaikan difokuskan pada faktor-faktor utama yang mempengaruhi munculnya defect pada proses produksi powder dengan menggunakan pendekatan 5M (Man, Machine, Method, Material, dan Milieu/Environment). Tujuandari tahap ini adalah untuk mengurangi tingkat kecacatan serta meningkatkan stabilitas proses produksi.

Tabel 7. Five M Cheklist

Faktor Penyebab Masalah Analisis Usulan Perbaikan

Man Operator kurang memonitor suhu proses Monitoring proses tidak dilakukan secara berkala sehingga parameter proses tidak stabil Memberikan pelatihan kepada operator terkait pengendalian suhu dan monitoring proses

Man Pengawasan saat pergantian shift kurang optimal Terjadi perbedaan pengoperasian mesin antar operator Melakukan briefing dan serah terima informasi sebelum pergantian shift

Machine Suhu mesin tidak stabil Mesin jarang dilakukan pengecekan dan kalibrasi Melakukan pengecekan mesin dan kalibrasi suhu secara berkala

Machine Terjadi overheating pada mesin Sistem pendinginan mesin tidak optimal Menjadwalkan perbaikan mesin secara rutin

Method SOP pengaturan suhu belum detail Operator memiliki interpretasi berbeda dalam menjalankan proses Melakukan revisi dan standarisasi SOP proses produksi

Material Kadar air bahan baku tinggi Bahan baku belum melalui pengecekan kualitas secara optimal Melakukan pengecekan kadar air sebelum proses produksi

Material Penyimpanan bahan baku kurang baik Bahan baku terpapar panas dan kelembapan Memperbaiki sistem penyimpanan bahan baku di gudang

Milieu Suhu dan kelembapan lingkungan tidak stabil Lingkungan produksi mempengaruhi kualitas powder Mengontrol suhu dan kelembapan area produksi



Berdasarkan hasil analisis tabel 5M Checklist di atas, diketahui bahwa penyebab defect pada proses produksi powder dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu man, machine, method, material, dan milieu. Pada faktor man, defect terjadi karena operator kurang melakukan monitoring proses dan pengawasan saat pergantian shift. Pada faktor machine, kondisi mesin yang kurang stabil serta kurangnya perawatan mesin dapat mempengaruhi kualitas produk. Pada faktor method, SOP pengaturan suhu dan waktu proses belum dijelaskan secara detail sehingga proses tidak berjalan konsisten. Pada faktor material, kadar air bahan baku yang tinggi serta penyimpanan bahan yang kurang baik dapat mempengaruhi kualitas powder. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan melalui peningkatan pelatihan operator, perbaikan SOP, pengendalian bahan baku, serta penerapan perawatan mesin secara rutin.

Control

Tahap Control dilakukan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah diusulkan dapat berjalan secara konsisten dan mampu menurunkan tingkat defect pada proses produksi powder. Pengendalian dilakukan dengan melakukan monitoring parameter proses seperti suhu inlet-outlet, tekanan udara, serta kelembapan ruangan secara berkala agar tetap sesuai dengan standar proses. Selain itu, dilakukan penerapan SOP yang telah diperbaiki, pengecekan kadar air bahan baku sebelum proses produksi, serta pengawasan operator dalam mengoperasikan mesin. Perusahaan juga perlu menerapkan perbaikan secara rutin pada mesin dan

melakukan evaluasi data defect secara berkala menggunakan peta kendali agar proses produksi tetap stabil dan tingkat kecacatan produk powder dapat diminimalkan.

Tabel.8 Rekomendasi perbaikan

Faktor Rekomendasi Perbaikan Aspek yang Harus Diperhatikan Tindakan Pengendalian Control yang Dilakukan

Man (Operator) Memberikan pelatihan operator terkait pengoperasian mesin Ketelitian operator dan pemahaman SOP Monitoring proses produksi secara berkala Evaluasi kinerja operator dan briefing sebelum shift

Machine (Mesin) Melakukan pengecekan dan kalibrasi mesin secara rutin Stabilitas suhu inlet-outlet dan kondisi mesin Menetapkan jadwal perawatan mesin Pemeriksaan mesin dan pencatatan kondisi mesin

Method (Metode) Melakukan revisi dan standarisasi SOP proses produksi Pengaturan suhu dan waktu proses Penerapan SOP secara konsisten Audit proses produksi secara berkala

Material (Bahan Baku) Melakukan pengecekan kualitas bahan baku sebelum produksi Kadar air dan kualitas bahan baku Pengujian bahan baku sebelum digunakan Pencatatan hasil pengujian bahan baku

Milieu (Lingkungan) Mengontrol kondisi lingkungan area produksi Suhu dan kelembapan ruang produksi Monitoring kondisi lingkungan produksi Pengecekan suhu dan kelembapan secara berkala

Berdasarkan tabel tersebut, upaya pengendalian dilakukan dengan memperhatikan faktor utama yang mempengaruhi kualitas produk powder yaitu operator, mesin, metode, bahan baku, dan lingkungan produksi. Setiap faktor memiliki rekomendasi perbaikan yang diikuti dengan tindakan pengendalian serta kontrol yang harus dilakukan secara berkala agar proses produksi tetap stabil. Dengan adanya pengendalian tersebut diharapkan tingkat defect pada produk powder dapat diminimalkan serta kualitas produk yang dihasilkan menjadi lebih konsisten.

VII. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total produksi 16.570 unit, ditemukan 1.056 produk cacat dengan tingkat defect sebesar 6%, yang melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 5%, sehingga kualitas proses produksi powder masih perlu ditingkatkan.

Identifikasi pemborosan menggunakan VSM menunjukkan bahwa waste yang paling dominan adalah defect. Berdasarkan analisis diagram Pareto, jenis kecacatan terbesar adalah hold lumpy sebesar 29% (305 cacat), sehingga menjadi prioritas utama dalam perbaikan kualitas produk. Cacatan ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kadar air bahan yang tinggi, ketidakstabilan suhu pada proses pengeringan, metode pencampuran yang kurang homogen, serta kondisi penyimpanan yang memiliki kelembapan tinggi, sehingga menyebabkan produk mudah menggumpal.

Pengukuran kinerja kualitas menggunakan metode Six Sigma menghasilkan nilai DPMO sebesar 12.745,93 dengan level sigma 3,7, yang menunjukkan bahwa





kapabilitas proses masih belum optimal dan masih memerlukan peningkatan untuk mengurangi variasi proses.

Analisis akar penyebab menggunakan diagram fishbone menunjukkan bahwa kecacatan dipengaruhi oleh faktor man, machine, method, dan material. Oleh karena itu, direkomendasikan perbaikan berupa pengendalian kadar air bahan dan produk, optimalisasi suhu serta waktu pada proses pengeringan, standarisasi metode pencampuran, peningkatan pengawasan kualitas bahan baku, serta pelatihan operator untuk meningkatkan kepatuhan terhadap SOP. Selain itu, pada tahap control perlu dilakukan pemantauan proses menggunakan peta kendali (control chart), evaluasi berkala, dan audit internal guna memastikan perbaikan berjalan secara konsisten. Implementasi rekomendasi ini diharapkan mampu menurunkan tingkat defect di bawah 5%, menekan nilai DPMO, serta meningkatkan level sigma dan stabilitas proses produksi secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) serta perusahaan PT XYZ atas kesempatan, bantuan, dan penyediaan data selama proses penelitian ini berlangsung.