

Usulan Peningkatan Kualitas Produk Urea dengan Metode Six Sigma Pada PT. XYZ

Bayu Ferdiansyah¹, Akhmad Wasiur Rizqi², Yanuar Pandu Negoro³

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik Indonesia

*Koresponden email : ferdiansyahbay0008@gmail.com¹, akhmad_wasiur@umg.ac.id²

Diterima: 7 Oktober 2023

Disetujui: 15 Oktober 2023

Abstract

PT. XYZ is a manufacturing company that produces urea fertilizer. The quality of urea fertilizer is influenced by three main parameters, namely H₂O content, Biuret, and color. Based on known secondary data in the form of product defect history, in September 2023 product defects will be 12.9%. This research was conducted using the Six Sigma method with the aim of improving overall quality so as to prevent losses in company productivity. The research results show that in the defect category the H₂O parameter has a DPMO value of 225834.7 with a sigma value of 2.25, for the biuret parameter it has a sigma value of 2.83 with a DPMO of 91216.7, and for the color parameter it is known that the DPMO value is 562700 or a sigma value of 1.34. then a root cause analysis is carried out using a fishbone diagram to obtain suggestions for improvement. Suggestions for improving Urea Fertilizer products for CTQ H₂O include providing training/certification, coordinating with the Utilities section regarding steam, determining the right sampling point, and optimizing vacuum performance. For CTQ Biuret, namely providing training/certification, changing the tonnage in the urea process, paying attention to residence time and controlling the valve to work properly. For CTQ Color, namely providing training/certification, routinely cleaning dye spray filters, determining the right sampling point and routine pump maintenance.

Keywords: DMAIC, quality, urea fertilizer, six sigma

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi pupuk jenis urea, kualitas pupuk urea dipengaruhi oleh tiga parameter utama yaitu kadar H₂O, Biuret, dan Warna. Berdasarkan data sekunder yang berupa *history* kecacatan produk diketahui bahwa pada Bulan September 2023 kecacatan produk sebesar 12.9%. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Six Sigma* dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas secara keseluruhan sehingga dapat mencegah terjadinya kerugian produktivitas perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada cacat kategori parameter H₂O memiliki nilai DPMO sebanyak 225834.7 dengan nilai *sigma* sebesar 2.25, pada parameter biuret memiliki nilai *sigma* sebesar 2.83 dengan DPMO sebanyak 91216.7, dan pada parameter warna diketahui bahwa nilai DPMO sebanyak 562700 atau nilai *sigma* sebesar 1.34. kemudian dilakukan analisis akar masalah dengan menggunakan diagram *fishbone* guna mendapatkan usulan perbaikan. Usulan perbaikan produk Pupuk Urea Untuk CTQ H₂O yaitu pemberian training/sertifikasi, koordinasi dengan bagian Utilitas perihal *steam*, menentukan titik sampling yang tepat, dan mengoptimalkan kinerja vakum. Untuk CTQ Biuret yaitu pemberian *training/sertifikasi*, mengubah tonase di proses urea, memperhatikan waktu tinggal dan mengontrol valve bekerja dengan baik, Untuk CTQ Warna yaitu pemberian training/sertifikasi, rutin membersihkan filter *spray* zat warna, menentukan titik sampling yang tepat dan *maintenance* rutin pompa sentrifugal zat warna.

Kata Kunci: DMAIC, kualitas, pupuk urea, six sigma

1. Pendahuluan

Pesatnya kemajuan industri dan teknologi di era globalisasi sangat mempengaruhi kondisi pasar industri. Setiap organisasi bercita-cita untuk menjaga atau meningkatkan kualitas barang yang mereka produksi [1]. Konsep kualitas memegang peranan penting dalam persaingan. Berkembang dalam lingkungan yang kompetitif, sangat penting untuk memenuhi persyaratan mempertahankan standar kualitas yang tinggi. Jika perusahaan tidak mampu bertahan dalam keadaan yang ada, mereka akan berhenti terlibat dalam aktivitas kompetitif. Penerapan kualitas produk atau layanan yang berkelanjutan dapat memberikan dukungan. Definisi kualitas menyangkut atribut suatu produk atau jasa yang sengaja disesuaikan untuk memenuhi persyaratan tertentu dalam keadaan tertentu [2].

Meningkatkan kualitas suatu produk diakui secara luas sebagai faktor penting yang berdampak besar pada kemakmuran suatu perusahaan [3]. Penyediaan barang berkualitas tinggi merupakan faktor krusial dalam upaya meningkatkan jaminan kepuasan pelanggan [4]. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas produk dipandang sebagai faktor penting dalam mencapai keunggulan kompetitif dalam persaingan [5]. Untuk memastikan produksi barang dengan kualitas unggul, sangat penting untuk menerapkan langkah-langkah pengendalian kualitas yang dirancang khusus untuk meminimalkan disparitas atau penyimpangan dalam proses produksi [6]. Pengendalian kualitas adalah strategi metodis yang mencakup verifikasi dan pemeliharaan standar kualitas yang telah ditetapkan sebelumnya untuk menghasilkan produk atau menjalankan suatu proses. Tujuan yang disebutkan di atas dicapai melalui penyusunan strategi yang cermat, penggunaan peralatan yang sesuai, dan pengawasan yang berkelanjutan [7].

Perusahaan yang secara efektif menerapkan metode pengendalian kualitas yang komprehensif kemungkinan besar akan melihat peningkatan profitabilitas sebagai hasil dari produksi produk yang unggul dan meminimalkan kemungkinan cacat [8]. Selama tahap operasional, pengendalian kualitas mampu merumuskan tujuan yang jelas dan efektif untuk mencapai dan memberikan kepuasan pelanggan [9]. Penekanan pada kualitas dalam dunia bisnis memberikan hasil yang menguntungkan, yaitu dalam hal pengurangan biaya produksi dan peningkatan pendapatan atau profitabilitas perusahaan [10].

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan produsen pupuk di Indonesia yang memproduksi jenis pupuk urea. Visi utama PT. XYZ adalah untuk terus tumbuh dan berkembang bersama masyarakat, demi mendukung terwujudnya ketahanan pangan Nasional, dan kemajuan dunia pertanian. PT. XYZ memiliki beberapa kompartemen proses produksi. Salah satunya yaitu Kompartemen pada “pabrik I”, khususnya di Departemen Produksi I merupakan unit yang melaksanakan tugas untuk produksi pupuk Urea. Pupuk urea ini dihasilkan dari reaksi antara Amoniak dengan gas CO₂. Dalam mengontrol hasil produksi, dilakukan pengujian terhadap produk yang dihasilkan. **Tabel 1** merupakan hasil pengujian produk Pupuk Urea sebagai berikut.

Tabel 1. Rekap Data Hasil Uji Laboratorium Pabrik IA terhadap Produk Pupuk Urea
Pengujian Produk Pupuk Urea Bulan September 2023
di PT Petrokimia Gresik

Shift	Total Pengujian			Out Spec			Out Spec (%)
	H ₂ O	Biuret	Warna	H ₂ O	Biuret	Warna	
1	30 kali	30 kali		5 kali	0 kali		
2	30 kali	30 kali	30 kali	2 kali	0 kali	18 kali	
3	30 kali	30 kali		2 kali	0 kali		
Total	210 kali			27 kali			12.9%

Sumber: *Logsheets* Urea Laboratorium Pabrik 1A, 2023

Pengujian produk pupuk urea dilakukan sebanyak 3 kali per hari untuk Kadar H₂O dan Biuret, serta 1 kali pengujian per hari untuk Kadar Warna. Pada **tabel 1** diketahui bahwa persentase produk *defect (out spec)* pupuk urea pada Bulan September 2023 sebesar 12.9%, untuk meningkatkan kualitas produk tersebut dapat dilakukan dengan cara meminimalkan adanya *defect* sehingga tidak mempengaruhi kinerja dan keuntungan perusahaan. Kasus ini menyoroti persoalan kualitas produk Pupuk Urea. Parameter utama yang dimaksud adalah kadar H₂O, Biuret, dan Warna. Penentuan apakah suatu produk dianggap cacat atau tidak bergantung pada kepatuhannya terhadap standar mutu perusahaan yang diuraikan dalam dokumen Rencana Mutu Pabrik Urea 1A (PG-1). Terdapat potensi untuk mengatasi permasalahan ini dengan tujuan meningkatkan kualitas secara keseluruhan sehingga dapat mencegah terjadinya kerugian produktivitas perusahaan apabila permasalahan tersebut dibiarkan tanpa dilakukan suatu tindakan.

Salah satu strategi untuk penerapan langkah-langkah pengendalian kualitas adalah penggunaan metodologi *six sigma*. Metodologi *Six Sigma* adalah pendekatan peningkatan kualitas yang berupaya mencapai target 3,4 kesalahan per-juta peluang, yang juga dikenal sebagai *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*. Tujuan utama mengadopsi *Six Sigma* adalah untuk mengurangi timbulnya masalah [11]. Berdasarkan uraian tersebut dapat diketahui bahwa *six sigma* merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dengan mengupayakan suatu proses yang menunjukkan tingkat kecacatan sebesar 3,4 kejadian per juta unit [12]. Pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Aalysis, Improvement, Control*) dapat digunakan untuk implementasi peningkatan kualitas dalam metodologi *Six Sigma* [13]. Siklus DMAIC yang digunakan dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* merupakan pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah, menentukan akar permasalahannya, dan pada akhirnya memberikan solusi yang efisien untuk perbaikannya [14]. Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh [11], [15]–[17] menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan *Six*

Sigma secara terus-menerus untuk pengendalian kualitas dapat secara signifikan mengurangi kesalahan diseluruh proses operasional dalam suatu organisasi. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metodologi *Six Sigma* yang merupakan suatu pendekatan sistematis guna mengurangi terjadinya cacat produk.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan survei pendahuluan untuk mendapatkan gambaran tentang permasalahan yang akan diteliti pada proses produksi pupuk urea pada PT. XYZ. Pengumpulan data digunakan data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang didapat secara langsung selama proses penelitian baik dengan observasi maupun wawancara, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh berdasarkan *histori* kecacatan yang didapat dari pihak perusahaan. Data yang dikumpulkan ini meliputi data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berisi informasi numerik yang mencakup frekuensi total pengujian. Pada data kualitatif menyimpan informasi yang mencakup atribut-atribut berbeda yang berkaitan dengan beragam subjek, seperti kategorisasi barang yang rusak dan penyebab yang mendasari kerusakan barang. Kumpulan data khusus ini sering disebut sebagai data kualitatif. Guna mendapatkan informasi yang relevan untuk penelitian ini, berbagai teknik pengumpulan data digunakan, termasuk observasi, wawancara, dan dokumentasi.

Analisis data historis mengenai proses pembuatan pupuk urea di PT. XYZ mengungkapkan tingkat kecacatan barang yang terlihat pada September 2023 sebesar 12,9% dikarenakan terdapat beberapa produk yang tidak sesuai spesifikasi perusahaan. Hal ini berpotensi menimbulkan konsekuensi negatif bagi perusahaan di beberapa aspek. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji proses pembuatan pupuk urea melalui penggunaan metodologi *Six Sigma*. Pemilihan metodologi *Six Sigma* didasarkan pada kemampuannya yang secara efektif mengurangi atau menghilangkan kerugian yang terkait dengan pembuatan suatu produk. Metodologi *Six Sigma* mencakup tahapan yang berurutan, yaitu *Define, Measure, Analysis, Improvement, dan Control* [18]. Berikut merupakan penjelasan. Tahapan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

Define

Tahapan yang dipertimbangkan berlanjut ke langkah pertama di bawah teknik *Six Sigma*. Pada fase ini, penetapan target akan dilakukan, bersamaan dengan penentuan jumlah cacat produk secara keseluruhan. Pada fase ini, penetapan metrik Kritis terhadap Kualitas (CTQ) difasilitasi melalui pengumpulan masukan pelanggan terkait kualitas produk [19].

Measure

Pada tahap khusus ini, sangat penting untuk menjalankan beberapa prosedur berurutan. Secara khusus, prosedur ini mencakup identifikasi ketidaksempurnaan yang ada, yang umumnya dikenal sebagai parameter Kritis terhadap Kualitas (CTQ), melalui diagram Pareto. Selain itu, perhitungan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) yang komprehensif dan penentuan tingkat sigma juga merupakan tugas penting yang harus dilakukan [19].

Analysis

Tahap ini meliputi proses menganalisis, menyelidiki, dan menentukan penyebab mendasar dari suatu masalah. Penggunaan diagram sebab-akibat dapat memfasilitasi proses penyelesaian masalah secara efektif. Diagram penyebab digunakan dalam bidang pengendalian proses statistik untuk menggambarkan secara grafis variabel penyebab dan karakteristik kualitas (efek) yang dihasilkan yang berasal dari faktor penyebab tersebut [19].

Improve

Pada tahap ini, organisasi melakukan pendekatan *brainstorming* dan diskusi selanjutnya untuk mengatasi prospek peningkatan kualitas. Fase peningkatan adalah elemen penting dari keseluruhan prosedur. Pada tahap ini, upaya diarahkan pada peningkatan prosedur untuk meminimalkan atau menghilangkan varians, sekaligus mengusulkan alternatif baru dan melaksanakan rencana perbaikan. [20].

Control

Langkah *control* berfungsi sebagai fase pemantauan untuk peningkatan operasi. Penerapan pengendalian ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang sudah ada atau alat lain [21].

3. Hasil Dan Pembahasan

Temuan ini konsisten dengan pengembangan berurutan dari metodologi *Six Sigma* DMAIC, yang melibatkan lima tahap sebagai berikut :

Define

Selama fase ini, produk yang ditunjuk sebagai objek dipilih dengan tujuan meningkatkan kualitasnya secara keseluruhan. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari observasi, ditentukan bahwa terdapat permasalahan yang mengganggu kualitas produk. Terjadinya cacat produk disebabkan oleh permasalahan terkait H₂O, Biuret dan karakteristik warna yang tidak memenuhi standar spesifikasi perusahaan. Pada bulan September 2023, berdasarkan analisis data riwayat kecacatan produk pupuk urea perusahaan, terdapat 9 kejadian kecacatan akibat parameter H₂O tidak sesuai persyaratan yang ditentukan, sedangkan kecacatan yang timbul dari parameter warna terlihat sebanyak 18 kali. Cacat-cacat ini bersama-sama menyumbang persentase cacat total sebesar 12,9%. Kemudian dilakukan identifikasi faktor kritis terhadap kualitas (CTQ) yang bergantung pada jenis cacat tertentu yang terlihat pada produk pupuk urea. **Tabel 2** merupakan parameter CTQ pada produk pupuk urea.

Tabel 2. Parameter CTQ Proses Produksi Pupuk Urea

No.	Parameter	Critical to Quality (CTQ)	Frekuensi Pengujian
1.	H ₂ O	≤ 0.50 %	3 kali / hari
2.	Biuret	≤ 1.20 %	3 kali / hari
3.	Warna	22 ± 3 ΔE*ab	1 kali / hari

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Tabel 2** diketahui bahwa terdapat 3 parameter CTQ pada produk pupuk urea dengan spesifikasi kadar H₂O harus ≤ 0.50 %, biuret ≤ 1.20 %, dan warna 22 ± 3 ΔE*ab.

Measure

Tahap pengukuran yang merupakan tahap operasional kedua dalam penerapan pendekatan *Six Sigma* berupaya untuk memulai dan memperoleh pemahaman terhadap kondisi operasional perusahaan saat ini. Pada tahap pengukuran ini, evaluasi proses pembuatan pupuk urea akan dilakukan dengan metrik *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) yang kemudian diubah menjadi ukuran sigma. Sebelum melakukan penghitungan DPMO, penting untuk menetapkan karakteristik kualitas atau faktor Kritis terhadap Kualitas (CTQ) yang terkait dengan suatu proses tertentu. Proses pembuatan pupuk urea melibatkan tiga variabel Kualitas Kritis (CTQ). Selain itu, penilaian kapasitas produksi pupuk urea suatu perusahaan juga dilakukan dengan menggunakan peta kendali. **Tabel 3** menyajikan representasi permasalahan produk yang diamati selama proses pembuatan pupuk urea.

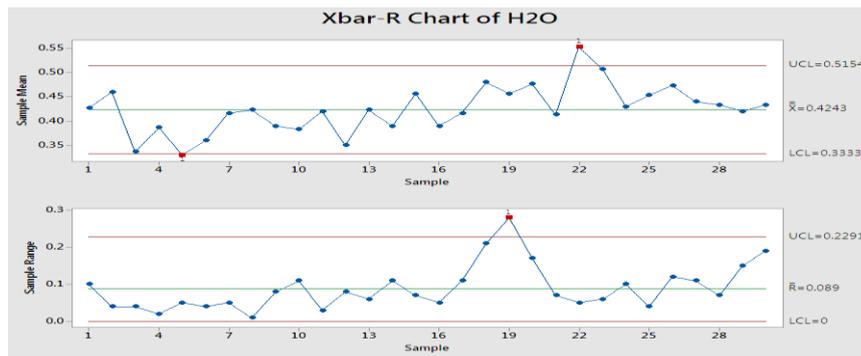
Tabel 3. Rekapitulasi Data Hasil Uji Laboratorium Pabrik IA terhadap Produk Pupuk Urea

No.	Tanggal	Parameter H ₂ O			Parameter Biuret			Parameter Warna
		Malam	Pagi	Sore	Malam	Pagi	Sore	Shift Pagi
1.	01-09-23	0.44	0.47	0.37	0.89	0.89	0.88	15.77
2.	02-09-23	0.46	0.44	0.48	0.86	0.86	0.90	14.12
3.	03-09-23	0.32	0.33	0.36	0.87	0.91	0.87	13.90
4.	04-09-23	0.40	0.38	0.38	0.86	0.85	0.83	17.00
5.	05-09-23	0.34	0.30	0.35	0.81	0.85	0.84	15.03
6.	06-09-23	0.38	0.36	0.34	0.82	0.88	0.91	15.26
7.	07-09-23	0.44	0.39	0.42	0.82	0.89	0.90	13.45
8.	08-09-23	0.43	0.42	0.42	0.86	0.87	0.88	20.13
9.	09-09-23	0.41	0.42	0.34	0.87	0.87	0.88	17.76
10.	10-09-23	0.42	0.42	0.31	0.87	0.87	0.88	21.64
11.	11-09-23	0.43	0.40	0.43	0.85	0.83	0.89	14.84
12.	12-09-23	0.39	0.35	0.31	0.85	0.88	0.88	15.70
13.	13-09-23	0.40	0.41	0.46	0.88	0.87	0.87	22.06
14.	14-09-23	0.43	0.42	0.32	0.86	0.86	0.85	23.70
15.	15-09-23	0.50	0.44	0.43	0.87	0.89	0.86	22.16
16.	16-09-23	0.41	0.40	0.36	0.87	0.95	0.88	19.90
17.	17-09-23	0.49	0.38	0.38	0.86	0.90	0.94	23.10
18.	18-09-23	0.47	0.59	0.38	0.90	0.91	0.92	25.65
19.	19-09-23	0.31	0.59	0.47	0.89	0.88	0.88	22.45
20.	20-09-23	0.48	0.56	0.39	0.92	0.91	0.90	24.11
21.	21-09-23	0.43	0.37	0.44	0.95	0.91	0.91	17.79
22.	22-09-23	0.53	0.55	0.58	0.90	0.89	0.90	24.52

No.	Tanggal	Parameter H ₂ O			Parameter Biuret			Parameter Warna
		Shift			Shift			Shift
		Malam	Pagi	Sore	Malam	Pagi	Sore	Pagi
23.	23-09-23	0.50	0.48	0.54	0.91	0.91	0.91	23.98
24.	24-09-23	0.47	0.37	0.45	0.84	0.83	0.86	17.38
25.	25-09-23	0.46	0.47	0.43	0.88	0.89	0.93	18.94
26.	26-09-23	0.55	0.43	0.44	0.90	0.88	0.86	16.90
27.	27-09-23	0.43	0.39	0.50	0.87	0.85	0.80	14.94
28.	28-09-23	0.47	0.40	0.43	0.85	0.89	0.84	15.79
29.	29-09-23	0.49	0.43	0.34	0.85	0.89	0.85	20.19
30.	30-09-23	0.47	0.51	0.32	0.85	0.83	0.85	18.07

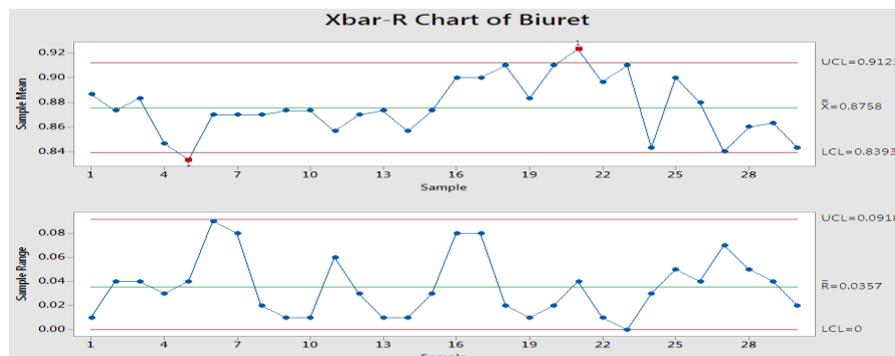
Sumber : PT. XYZ, 2023

Selanjutnya, peta kendali dikembangkan berdasarkan data yang ditunjukkan pada **Tabel 3**. Peta kendali adalah alat visual yang digunakan untuk menggambarkan batas kendali atas dan bawah dari suatu proses tertentu [22]. Tahap ini meliputi pembuatan peta kendali dengan menggunakan metodologi \bar{x} -R Chart. \bar{x} -R Chart digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah kurang dari 5 ($n < 5$) pada setiap set sampel data [23]. Bagan kendali adalah alat statistik yang digunakan dalam manajemen mutu untuk memantau dan mengendalikan proses dari waktu ke waktu, dalam hal ini memberikan representasi visual dari Bagan kendali \bar{x} -R digunakan untuk memantau dan mengatur suatu proses dengan menggunakan pengukuran rata-rata (batang X) dan rentang (R). Variabel \bar{x} digunakan untuk tujuan pengendalian dalam tahap produksi atau pra-produksi setelah identifikasi batas kendali [23]. **Gambar 1** merupakan pembuatan peta kendali parameter H₂O yang dilakukan dengan menggunakan *software* minitab.



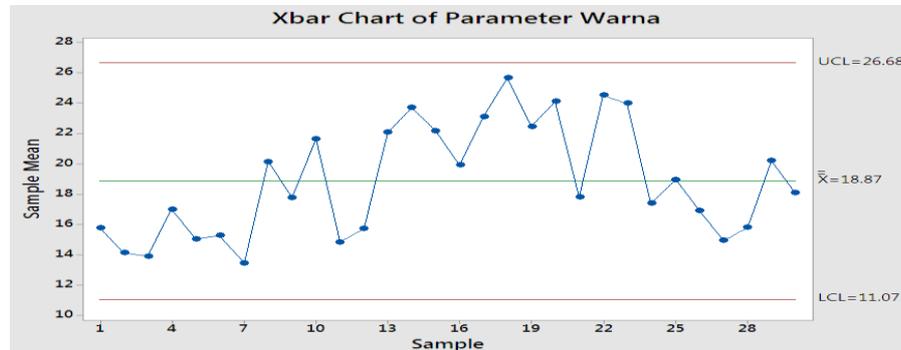
Gambar 1. Control chart \bar{x} -R parameter H₂O
Sumber : Olah Data Primer, 2023

Pada **Gambar 1** diketahui bahwa dari peta kendali X-bar CTQ kadar H₂O, masih terdapat data X-bar yang tidak terkontrol yang melewati batas UCL 0.5154 yaitu tanggal 22-09-2023 dengan data 0.55. Sedangkan dari peta kendali R-bar CTQ kadar H₂O masih ada data R-bar yang tidak terkontrol yang melewati batas UCL 0.229 yaitu tanggal 19-09-2023 dengan hal data sebesar 0.28. Selanjutnya **Gambar 2** menunjukkan peta kendali parameter biuret.



Gambar 2. Control chart \bar{x} -R parameter Biuret
Sumber : Olah Data Primer, 2023

Pada **Gambar 2** diketahui bahwa dari peta kendali X-bar CTQ kadar biuret, masih terdapat data X-bar yang tidak terkontrol yang melewati batas UCL 0.9123 yaitu tanggal 21-09-2023 dengan data 0.9233, dan dibawah batas kontrol LCL 0.8393 yaitu pada tanggal 05-09-23 sebesar 0.8393. Sedangkan dari peta kendali R-bar CTQ biuret sudah terkontrol karena tidak ada yang melewati batas atas maupun batas bawah. kemudian **Gambar 3** menunjukkan peta kendali parameter warna.



Gambar 3. Control chart \bar{x} - R parameter Warna
Sumber : Olah Data Primer, 2023

Pada **Gambar 3** diketahui bahwa parameter warna masih dalam keadaan terkontrol karena tidak ada yang melewati batas atas maupun batas bawah. Untuk mengevaluasi posisi kompetitif suatu perusahaan yang beroperasi di sektor industri, penting untuk menghitung nilai sigma, sebuah tolok ukur yang diakui yang digunakan untuk menganalisis kualitas produksi pegas daun. Metodologi dan representasi matematis selanjutnya untuk penghitungan Cacat Per Juta Peluang (DPMO) dan tingkat sigma diuraikan di bawah ini [24] :

$$P(X \geq \text{Batas bawah}) = \text{NORMSDIST}[(\text{Batas bawah} - \bar{X}) / \sigma] \quad (1)$$

$$P(X \leq \text{Batas atas}) = 1 - \{\text{NORMSDIST}[(\text{Batas atas} - \bar{X}) / \sigma]\} \quad (2)$$

$$\text{DPMO} = [P(X \leq \text{Batas atas}) + P(X \geq \text{Batas bawah})] \times 10^6 \quad (3)$$

$$\text{Level Sigma} = \{\text{NORMSINV}[(10^6 - \text{DPMO}) / 10^6]\} + 1.5 \quad (4)$$

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Nilai Sigma

	H ₂ O	Biuret	Warna
\bar{x}	0.42	0.88	18.87
σ	0.07	0.03	3.70
P (X ≥ Batas bawah)	0.0993	0.0912	0.5140
P (X ≤ Batas atas)	0.1266	0.0000	0.0487
DPMO	225834.7	91216.7	562700.0
Level Sigma	2.25	2.83	1.34

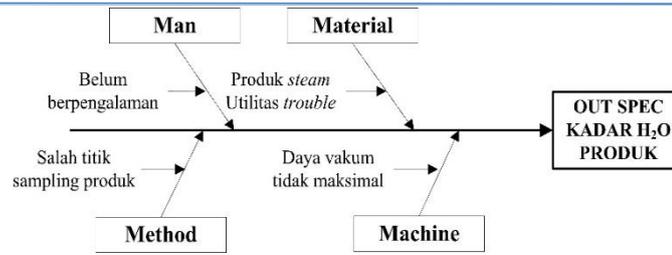
Sumber : Olah Data Primer, 2023

Berdasarkan **Tabel 4** terlihat rata-rata nilai DPMO periode September 2023 terhadap parameter H₂O adalah sebanyak 225834.7 dengan nilai *sigma* sebesar 2.25, pada parameter biuret memiliki nilai *sigma* sebesar 2.83 dengan DPMO sebanyak 91216.7, dan pada parameter warna diketahui bahwa nilai DPMO sebanyak 562700 atau nilai *sigma* sebesar 1.34.

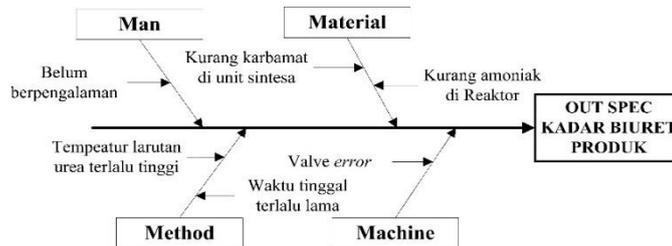
Analysis

Tahap analisis mencakup penyelidikan yang dilakukan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan umum yang terlihat dalam proses pembuatan pupuk urea, serta identifikasi unsur-unsur mendasar yang menyebabkan cacat dalam pembuatan komponen-komponen tersebut. Tingkat analisis ini melibatkan penggunaan Diagram Tulang Ikan, diagram tulang parameter H₂O seperti terlihat pada **Gambar 4**.

Pada **Gambar 4** diketahui beberapa penyebab yang dapat menyebabkan terjadinya kecacatan dikarenakan kadar H₂O tidak sesuai spesifikasi pada faktor mesin dikarenakan daya vakum tidak maksimal, pada faktor metode dikarenakan salah pengambilan titik sampling, pada faktor material dikarenakan produk *stream* utilitas mengalami *trouble*. Sementara pada faktor manusia terjadi kecacatan karena operator belum berpengalaman atau tidak menguasai pekerjaan yang akan dilakukan. Selanjutnya dilakukan juga analisis akar masalah pada kecacatan yang disebabkan karena parameter biuret tidak sesuai spesifikasi yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.

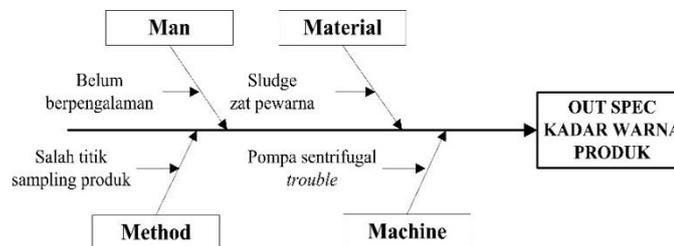


Gambar 4. Diagram *Fishbone* Parameter Kadar H₂O
 Sumber : PT. XYZ, 2023



Gambar 5. Diagram Tulang Ikan Parameter Kadar Biuret
 Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Gambar 5** terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian kadar biuret. Pada faktor manusia disebabkan karena operator belum berpengalaman, pada faktor material dikarenakan kurang karbamat di unit sintesa dan kurangnya amoniak di reaktor, pada faktor metode disebabkan karena temperatur larutan urea terlalu tinggi dan waktu tinggal terlalu lama. Sementara pada faktor mesin disebabkan karena *valve error*. Berikutnya **Gambar 6** merupakan diagram *fishbone* pada parameter warna yang tidak sesuai spesifikasi.



Gambar 6. Diagram Tulang Ikan Parameter Warna
 Sumber : PT. XYZ, 2023

Berdasarkan **Gambar 6** diketahui bahwa penyebab terjadinya ketidaksesuaian kadar warna pada produksi pupuk urea yaitu pada faktor material disebabkan karena *sludge* zat pewarna tidak sesuai komposisi yang sudah ditentukan perusahaan, pada faktor manusia dikarenakan operator belum berpengalaman, pada faktor metode disebabkan karena salah titik sampling produk. Sementara pada faktor mesin disebabkan karena pompa sentrifugal *trouble*.

Improve

Selama tahap perbaikan, rencana peningkatan kualitas (proposal) dilaksanakan dengan menggunakan metodologi *Six Sigma*, dengan tujuan mengatasi penyebab yang menyebabkan ketidaksesuaian produk. Rencana perbaikan dilakukan terhadap faktor yang berpotensi untuk menimbulkan cacat yang didasarkan pada hasil analisis diagram tulang ikan. **Tabel 5** merupakan usulan perbaikan berdasarkan diagram *fishbone*.

Tabel 5 merupakan usulan perbaikan yang diberikan berdasarkan analisis akar masalah dengan diagram tulang ikan. Usulan perbaikan ini didapatkan dari proses *brainstorming* dengan pihak perusahaan yang dihadiri oleh pengawas lapangan, kabag, dan supervisor produksi.

Tabel 5. Usulan Perbaikan

Faktor	Penyebab <i>Out Spec</i>	Usulan Perbaikan
Parameter H ₂ O		
Man	Belum berpengalaman	Pegawai baru diberikan training atau sertifikasi sesuai kompetensi yang dibutuhkan dalam pekerjaannya di pabrik.
Material	Produk <i>steam</i> Utilitas <i>trouble</i>	Selalu berkoordinasi dengan bagian utilitas, jadi ketika <i>steam</i> yang dibutuhkan selalu ada untuk mengoptimalkan kinerja dari vakum di unit konsentrasi. Mencari alternatif lain jika produk <i>steam</i> dari utilitas <i>trouble</i> .
Methods	Salah titik sampling produk	Menentukan titik sampling yang tepat yang mewakili/representatif produk pupuk Urea, (dilakukan studi bagian lab dengan bagian produksi karena ketika ditambahkan dengan zat anti-caking dan zat warna sehingga ketika disampling untuk pengecekan lab sampel tidak sebagian basah dan sebagian kering
Machine	Daya vakum tidak maksimal	Untuk mencegah tingginya kadar air di dalam pupuk Urea dengan cara mengoptimalkan kinerja vakum. Selalu mengontrol vakum dalam kondisi baik, menjadwalkan maintenance secara rutin.
Parameter Biuret		
Man	Belum berpengalaman	Pegawai baru diberikan training atau sertifikasi sesuai kompetensi yang dibutuhkan dalam pekerjaannya di pabrik.
Material	Kurang amoniak di Reaktor; Kurang karbamat di Unit Sintesa	Mengubah tonase di proses, banyaknya amoniak yang bereaksi di Reaktor yang akan bereaksi dengan gas CO ₂ , sehingga selama proses kadar biuret tidak akan tinggi. Menambahkan jumlah karbamat di proses yang berfungsi untuk <i>scrub</i> larutan sehingga temperatur larutan urea turun.
Methods	Waktu tinggal terlalu lama; Temperatur larutan Urea terlalu tinggi;	Membuat SOP ketika shutdown dengan jelas, jadi ketika shutdown dan ingin langsung <i>start up</i> lagi, larutan dalam <i>vessel</i> dapat <i>dihold</i> maksimal sampai 48 jam. Jika rencana <i>start up</i> lebih dari 48 jam, sisa larutan urea dalam seluruh <i>vessel</i> harus <i>didrain</i> dan memulai <i>start up</i> dari reaksi awal.
Machine	<i>Valve error</i>	Selalu mengontrol <i>valve</i> bekerja dengan baik.
Parameter Warna		
Man	Belum berpengalaman	Pegawai baru diberikan training atau sertifikasi sesuai kompetensi yang dibutuhkan dalam pekerjaannya di pabrik.
Material	Sludge zat pewarna	Zat pewarna mengandung <i>sludge</i> , sehingga dapat menyebabkan line untuk <i>spray</i> warna menjadi buntu, jadi harus secara rutin membersihkan filter <i>spray</i> zat warna agar tidak terjadi kebuntuan, sehingga produk selalu bisa diberi zat pewarna
Methods	Salah titik sampling produk	Menentukan titik sampling yang tepat yang mewakili/ representatif produk pupuk Urea, (dilakukan studi bagian lab dengan bagian produksi). Titik sampling yang tidak tepat dapat membuat produk yang diambil tidak homogen zat warnanya, ada yang sebagian over dan ada yang sebagian kurang.
Machine	Pompa sentrifugal error	Melakukan penjadwalan <i>maintenance</i> pompa secara rutin, karena pompa digunakan untuk memberikan daya sehingga zat warna dapat <i>spray</i> ke produk urea. Bila perlu membuat 2 pompa, ada pompa yang <i>standby</i> dan ada pompa yang bekerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa CTQ berdasarkan *Quality Plant* pada penelitian ini adalah kadar H₂O maksimal 0,50 %, kadar biuret maksimal 1,20 % dan kadar warna adalah $22 \pm 3 \Delta E^*ab$. Untuk CTQ H₂O dari 1 juta kg produk yang dihasilkan terdapat 225.834,7 kg produk yang *out spec* (cacat), dengan nilai *Sigma* sebesar 2,25. Untuk CTQ biuret dari 1 juta kg produk yang dihasilkan terdapat 91.216,1 kg produk yang *out spec* (cacat), dengan nilai *Sigma* sebesar 2,83. Sedangkan untuk CTQ warna dari 1 juta kg produk yang dihasilkan terdapat 562.700 kg produk yang *out spec* (cacat), dengan nilai *Sigma* sebesar 1,34.

Penyebab terjadinya *out spec* produk Pupuk Urea dari 3 CTQ berdasarkan hasil *brainstorming*: Untuk CTQ H₂O yaitu Operator belum berpengalaman (*Man*), produk *steam* Utilitas *trouble* (*Material*), salah titik sampling produk (*Method*), dan daya vakum tidak maksimal (*Machine*). Untuk CTQ Biuret yaitu operator belum berpengalaman (*Man*), kurang karbamat di unit sintesa, kurang amoniak di reaktor (*Material*), *valve error* (*Machine*), temperatur larutan urea terlalu tinggi dan waktu tinggal terlalu lama

(*Method*). Untuk CTQ Warna yaitu operator belum berpengalaman (*Man*), Sludge zat pewarna (*Material*), Salah titik sampling produk (*Method*), pompa sentrifugal *trouble* (*Machine*).

Usulan perbaikan produk Pupuk Urea dari 3 CTQ berdasarkan hasil *brainstorming*: Untuk CTQ H₂O yaitu pemberian *training*/sertifikasi (*Man*), koordinasi dengan bagian Utilitas perihal *steam* (*Material*), menentukan titik sampling yang tepat (*Method*), dan mengoptimalkan kinerja vakum (*Machine*). Untuk CTQ Biuret yaitu pemberian *training*/sertifikasi (*Man*), mengubah tonase di proses urea (*Material*), memperhatikan waktu tinggal (*Method*) dan mengontrol valve bekerja dengan baik (*Machine*). Untuk CTQ Warna yaitu pemberian *training*/sertifikasi (*Man*), rutin membersihkan filter *spray* zat warna (*Material*), menentukan titik sampling yang tepat (*Method*) dan *maintenance* rutin pompa sentrifugal zat warna (*Machine*).

5. Referensi

- [1] 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.
- [2] S. W. Putro, “Pengaruh Kualitas Layanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Dan Loyalitas Konsumen Restoran Happy Garden Surabaya,” *J. Manaj. Pemasar.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2014, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/manajemen-pemasaran/article/view/1404>
- [3] D. Irawan, “Peningkatan Daya Saing Usaha Micro Kecil dan Menengah Melalui Jaringan Usaha,” *Coopetition J. Ilm. Manaj.*, vol. X, no. 2, pp. 103–116, 2020.
- [4] A. Rachman, “Analisis Pengaruh Bukti Fisik dan Jaminan Layanan Terhadap Kepuasan Pelanggan dan Loyalitas Pelanggan Dalam Menggunakan Jasa Peyewa Mobil (Kasus Pada PT Pusaka Prima Transport),” *Univ. Ina.*, vol. 14, no. 3, pp. 17–35, 2015.
- [5] H. Alfadilah, A. F. Hadining, and H. Hamdani, “Pengendalian Kualitas Produk Cacat Piece Pivot pada PT. Trijaya Teknik Karawang Menggunakan Seven tool dan Analisis Kaizen,” *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2814–2822, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3667.
- [6] H. Kartika, “Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Gugus Kendali Mutu,” *J. Ilmu Tek. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–65, 2018.
- [7] A. Merjani and I. Kamil, “Penerapan Metode Seven Tools Dan Pdca (Plan Do Check Action) Untuk Mengurangi Cacat Pengelasan Pipa,” *Profisiensi J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 124–131, 2021, doi: 10.33373/profis.v9i1.3313.
- [8] M. K. Hadi, “Analisis Quality Control Terhadap Risiko Kerusakan Produk (Studi Pada PT.Semen Baturaja (Persero), Tbk Bandar Lampung),” Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2017.
- [9] D. W. Ariani, *Manajemen Operasi*, Edisi ke-3. Universitas Terbuka, 2017.
- [10] N. A. Hasna and R. A. Purnama, “Pengaruh Biaya Produksi dan Biaya Kualitas Terhadap Harga Jual yang Terdapat di PT Akasha Wira International Tbk,” *J. Mhs. Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 214–231, 2021.
- [11] F. Ahmad, “Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm,” *Jisi Um*, vol. 6, no. 1, p. 7, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>
- [12] D. Lintang Trenggonowati *et al.*, “Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulangan Sirip S16 Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ,” *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 13, 2020.
- [13] H. Sirine, E. P. Kurniawati, S. “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, [Online]. Available: <http://www.dirasfurniture.com>
- [14] A. Irwanto, D. Arifin, and M. M. Arifin, “Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada PT. XYZ,” *J. Kalibr. - Karya Lintas Ilmu Bid. Rekayasa Arsitektur, Sipil, Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/teknik/article/view/638>
- [15] R. C. Lestari, K. F. Handayani, G. G. Firmansyah, and M. Fauzi, “Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Dengan Implementasi Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus Perusahaan PT. XYZ),” *J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 82–93, 2022.
- [16] A. Nancy, “Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Lean Six Sigma Untuk Meminimalisir Cacat Produk Pada PT Adi Satria Aadi,” *Sentri J. Ris. Ilm.*, vol. 2, no. 7, pp. 2973–2808, 2023.

- [17] F. Rozi and A. J. Nugroho, “Upaya Perbaikan Kualitas Produk Batik Di Batik Allusnan Menggunakan Metode Six Sigma Dan New Seven Tools,” *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 11, pp. 2971–2982, 2022.
- [18] V. Gaspersz, *Lean six sigma for manufacturing and service industries : strategi dramatik reduksi cacat /kesalahan, biaya, inventori, dan lead time dalam waktu kurang dari 6 bulan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2007.
- [19] T. W. Putri and M. Suryanto, “Penerapan Metode Statistical Process Control sebagai Pengendalian Mutu Bata Ringan,” *J. Ilmu Kependidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [20] M. R. Wahyudi, I. Baihaqi, and P. Prihananto, “Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Proses Bisnis dan Perancangan Prosedur Operasional Standar: Studi Kasus pada Nasi Krawu Bu Tiban Gresik,” *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.54031.
- [21] D. Cesaron and Tandianto, “Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan Dmaic Pada Proses Handling Painted Body Bmw X3 (Studi Kasus: PT. Tjahja Sakti Motor),” *J. PASTI*, vol. IX, no. 3, pp. 248–256, 2019.
- [22] D. Saputra and A. S. Slamet, “Implementasi ‘ Control Chart’ Untuk Meningkatkan Mutu Layanan Publik Dibidang Internet Pada PT. Telkomsel,” *J. Sos. dan Humanis Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 13–21, 2020.
- [23] E. R. G. Purnamasari, “Implementasi Pengendalian Kualitas Statistik (Grafik Kendali X - R) Untuk Sifat Utama Produk Kerosine Di PPSDM Cepu,” *Nucleus*, vol. 3, no. 2, pp. 123–127, 2022.
- [24] V. Gasperz, *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002.