



Usulan Penerapan Metode *Six Sigma* dengan Pendekatan DMAIC pada Pengendalian Kualitas Produk *Air Anion Exchange No.2 Demin Plant* di PT. XYZ

Andi Muna Azizah^{1✉}, Raden Andang Iskandar¹, Parji¹

⁽¹⁾Program Studi S1 Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

DOI: 10.31004/jutin.v8i2.41805

✉ Corresponding author:
[monaazizah3@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p>Kata kunci: Six Sigma; DMAIC; Pengendalian Kualitas; Anion Filter; Demineralisasi</p>	<p>Pengendalian mutu adalah faktor krusial yang memainkan peran utama dalam memastikan operasional perusahaan berjalan efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya cacat pada produk yang dapat mempengaruhi kualitas air juga untuk mengetahui tingkat <i>sigma</i> dan tingkat cacat cari produk air <i>Anion Exchange No.2</i>. Terdapat 21 produk cacat air pada produk <i>anion</i> dalam 3 bulan. Dalam pengolahan data menggunakan metode <i>Six Sigma</i> dengan lima tahap yang dikenal sebagai DMAIC. Faktor yang paling berpengaruh pada produksi air <i>anion</i> adalah faktor material. Dari penelitian ini, diketahui nilai rata-rata DPMO sebesar 15980,38 dan nilai <i>sigma</i> 3,64 yang merupakan pencapaian tingkat <i>sigma</i> rata-rata industri Indonesia.</p>
<p>Keywords: Six Sigma; DMAIC; Quality Control; Anion Exchange; Demineralization</p>	<p>Abstract</p> <p><i>Quality control is a crucial factor that plays a major role in ensuring company operations run effectively and efficiently. This study aims to determine what factors cause defects in products that can affect water quality as well as to determine the sigma level and defect rate of Anion Exchange No.2 water products in three months. In data processing using the Six Sigma method with five stages known as DMAIC (define, measure, analyze, improve, and control). The use of the DMAIC stage aims to improve product quality control and reduce costs incurred due to defective products. The most influential factor in the production of Anion Exchange No.2 water is the material factor. From this research, it is known that the average DPMO value is 15980,38 and sigma value is 3,74 which is the achievement of the average sigma level of the Indonesia industry with a level value of 3 sigma.</i></p>

1. PENDAHULUAN

Seiring usaha untuk meningkatkan kualitas produk, pengendalian mutu adalah faktor krusial yang merupakan bagian tak terpisahkan dari proses produksi. Untuk mencapai standar kualitas yang diinginkan, produsen harus secara konsisten menerapkan pengendalian mutu dan melakukan perbaikan proses. Dengan pengendalian mutu yang ketat, perusahaan berupaya agar setiap produk yang diproduksi memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan dapat mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan. (Bahauddin & Latif, 2022)

Namun, kesalahan yang mengakibatkan kualitas produk tidak sesuai harapan masih bisa terjadi. Beberapa faktor yang menyebabkannya antara lain bahan baku yang digunakan, kualitas tenaga kerja, serta kinerja mesin dan peralatan yang dipakai dalam proses produksi. Kendala pada salah satu faktor ini dapat berdampak signifikan terhadap hasil akhir produk. Oleh karena itu, perusahaan perlu secara berkelanjutan memantau dan mengevaluasi semua aspek tersebut untuk memastikan kualitas produk sesuai dengan standar yang diinginkan. (Russamurti, 2020)

Anion Exchange merupakan salah satu proses dalam rangkaian kegiatan demineralisasi di unit *Demin Plant*. Diketahui bahwa produk air *Anion Exchange No.2* sering mengalami kegagalan pada saat proses produksi. Dimana dalam 3 bulan terjadi 21 kali cacat produk, dikatakan cacat produk karena air yang diproduksi tidak sesuai dengan standar mutu perusahaan atau *off-spec* yang mengharuskan dilakukannya regenerasi. Di PT. XYZ, bagian demineralisasi sering mengalami masalah produksi yang menyebabkan produk jadi cacat. Untuk menyelesaikan masalah ini, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mendalam dengan fokus pada topik cacat produk.

Salah satu cara untuk mengendalikan kualitas produk dan meminimalkan cacat adalah dengan menggunakan metode *Six Sigma* (Ananda et al., 2019). Proses *Six Sigma* dilakukan melalui lima langkah yang dikenal sebagai *DMAIC*. Dengan mengikuti lima Langkah ini, metode *Six Sigma* berupaya mencapai tingkat kegagalan produk yang sangat rendah bahkan nol. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi jumlah cacat, mengurangi biaya produksi, dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan produk cacat.

2. METODE

Jenis penelitian yang diterapkan adalah penelitian metode campuran atau *mixed method*. Penelitian ini mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode *DMAIC* menggunakan jenis penelitian campuran karena dalam tahap *measure* dan *analyze*, lebih banyak menggunakan metode kuantitatif untuk mengukur dan menganalisis data, sementara dalam tahap *define* dan *improve*, lebih berfokus pada pemahaman kualitatif masalah dan solusi yang diusulkan.

2.1 Pengendalian

Pengendalian sebagai proses pengaturan berbagai faktor dalam suatu perusahaan agar pelaksanaan sesuai dengan ketetapan-ketetapan dalam rencana. Dalam definisi ini, terdapat penekanan pada regulasi atau pengaturan faktor-faktor yang bisa mempengaruhi aktivitas perusahaan. Dengan kata lain, pengendalian berfungsi sebagai alat untuk memastikan bahwa semua unsur dalam organisasi bekerja secara harmonis dan mendukung tercapainya tujuan yang telah ditetapkan dalam rencana (Earl P. & Manullang, 2001).

2.2 Kualitas

Kualitas merupakan elemen dasar yang memengaruhi keputusan konsumen dalam memilih berbagai produk dan layanan. Karena itu, kualitas adalah faktor kunci yang menentukan keberhasilan, pertumbuhan, dan daya saing bisnis (C. Montgomery, 2019).

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah sebuah proses yang bertujuan untuk memastikan mutu suatu produk atau layanan sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah untuk mengidentifikasi penyebab penyimpangan yang tak diinginkan dalam proses produksi secepat mungkin. Pengendalian mutu yang baik sangat berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan, sehingga perusahaan perlu memastikan bahwa setiap tahap dalam proses produksi berfungsi dengan baik (Ratnadi & Suprianto, 2016).

2.4 Teori *Six Sigma*

Definisi *Six Sigma* adalah pandangan tentang peningkatan kualitas menuju target 3,4 cacat per sejuta peluang (*DPMO*) untuk setiap transaksi produk. *Six Sigma* menekankan usaha aktif menuju kesempurnaan, yang disebut sebagai *zero defect* atau *zero failure*. Pandangan ini memberikan kerangka kerja yang ketat dan spesifik dalam mencapai perbaikan kualitas yang signifikan dan berkelanjutan (Gaspersz, 2002).

2.5 Tahapan *DMAIC*

Fase-fase dalam tahapan *DMAIC* (Gaspersz, 2002):

1. Define

Bertujuan untuk mengidentifikasi masalah utama, menentukan kebutuhan pelanggan, memeriksa ketersediaan data, dan melakukan uji normalitas. Tujuannya adalah untuk mengenali karakteristik kualitas kunci (*Critical to Quality* atau CTQ) yang sangat penting bagi pelanggan dan menetapkan target perbaikan. Selanjutnya membuat diagram SIPOC digunakan untuk menetapkan batasan-batasan dalam suatu proyek.

2. Measure

Tahapan ini bertujuan untuk memahami kondisi proses saat ini guna menentukan kapabilitas proses. Untuk itu, dilakukan perhitungan berikut:

1) Menghitung peta kendali

Dengan menggunakan rumus:

$$\text{Proporsi kerusakan} = U_i = \frac{c_i}{n_i}$$

$$\text{Simpang baku} = \sigma = \sqrt{\frac{U_i}{n_i}}$$

$$\text{Central Limit} = \bar{U} = \frac{\sum c_i}{\sum n_i}$$

$$UCL = \bar{U} + 3\sigma$$

$$LCL = \bar{U} - 3\sigma$$

2) Menghitung DPMO

Dengan menggunakan rumus:

$$TOP \text{ (Total Opportunities)} = \text{Jumlah Produksi} \times CTQ$$

$$DPO \text{ (Defect Per Opportunities)} = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{TOP}$$

$$DPMO \text{ (Defect Per Million Opportunities)} = DPO \times 1.000.000$$

3) Menghitung nilai Sigma

Dengan menggunakan rumus:

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV}((1000000 - DPMO)/1000000) + 1,5$$

3. Analyze

Identifikasi sumber dan penyebab masalah kualitas dilakukan dengan memanfaatkan diagram tulang ikan (diagram *Fishbone*). Diagram ini merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis penyebab serta akar penyebab dari suatu masalah krisis yang ditemukan di dalam proses produksi.

4. Improve

Pada tahap ini, sangat penting untuk merancang saran-saran perbaikan atau menyusun rencana tindakan yang dapat diimplementasikan setelah sumber dan akar masalah teridentifikasi. Dengan perencanaan yang jelas dan terstruktur, perusahaan dapat memastikan bahwa setiap langkah yang diambil memiliki dasar yang kuat dan tujuan yang terukur, sehingga perbaikan yang dilakukan dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kualitas dan efisiensi proses.

5. Control

Setelah langkah-langkah perbaikan diterapkan, tahapan ini berfokus pada pemantauan berkelanjutan terhadap perkembangan yang telah dicapai. Pemantauan ini bertujuan untuk memastikan bahwa metode yang dipilih benar-benar efektif dan mampu menghasilkan perubahan yang signifikan pada area yang sebelumnya mengalami kekurangan kualitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap Define

Berikut merupakan data produksi air *Anion Exchange No.2* pada bulan Juni, Juli, dan Agustus 2023.

Tabel 1. Data Jumlah Produksi Air *Anion Exchange No.2*

Bulan	Jumlah produksi air (m^3)
Juni	124.107
Juli	117.996
Agustus	115.399

Data produksi air pada *Anion Exchange* di input tiap satu jam per hari. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa produksi air pada *Anion Exchange No.2* mengalami penurunan di tiap bulan.

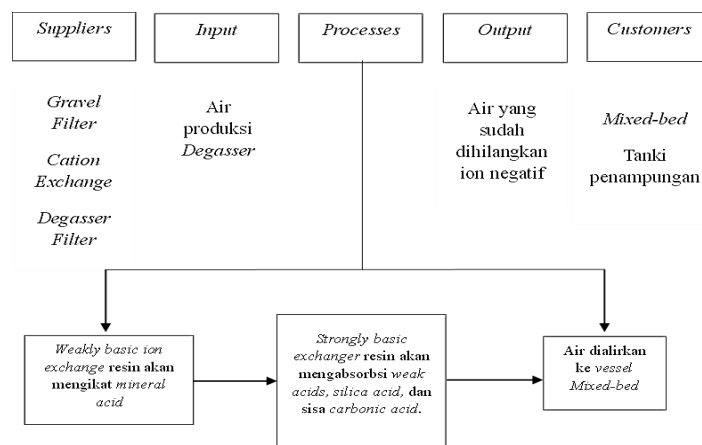
1) Penentuan Karakteristik Kualitas (CTQ)

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di *Demin Plant* di temukan beberapa karakteristik penyebab kecacatan pada air.

Tabel 2. Analisis Karakteristik Kecacatan

No.	Karakteristik kecacatan	Aktual	Spesifikasi <i>design</i>
1	<i>Silica</i> berada di atas 0,1 ppm	Terdapat 13 kali regenerasi / cacat yang terjadi akibat <i>silica off-spec</i> .	<i>Silica</i> yang baik yaitu <i>silica</i> dibawah atau sama dengan 0,1 ppm.
2	Waktu prosedur regenerasi yang tidak tepat.	Regenerasi dilakukan 3 jam	Regenerasi harusnya dilakukan 2 jam.
3	Operator bekerja dengan kebiasaan tanpa mengikuti prosedur yang benar.	Regenerasi dilakukan saat <i>silica</i> masih jauh di bawah batas <i>maximal</i> dan toleransi.	Batas <i>max silica</i> adalah 0,1 ppm. Toleransi regen sekitar 0,080 - 0,1 ppm.
4	<i>Raw water</i> yang terlalu banyak mengandung pengotor seperti lumpur / humus membuat kualitas air menjadi buruk sehingga regenerasi harus dilakukan lebih sering.	Interval regenerasi masih ada yang 3. hari di bawah rata-rata.	Interval regenerasi rata-rata 4 hari.

2) Diagram SIPOC



Gambar 1. Diagram SIPOC

3.2 Tahap Measure

1) Menghitung Batas Kendali

Berikut merupakan penentuan batas kendali pada produk air *Anion Exchange* dengan menggunakan *control chart attribute*. *Control chart* yang digunakan adalah *u-chart*. Berdasarkan pada data analisis yang diperoleh dari *Demin Plant* yang merupakan produksi harian selama 3 bulan, diketahui setiap kali diproduksi menghasilkan jumlah produksi yang berbeda-beda maka diperoleh jumlah keseluruhan pengamatan adalah 357502 m^3 dan jumlah produk *defect* yang ditemukan sebanyak 20272 m^3

Tabel 3. Perhitungan Batas Kontrol Pada Defect

k	Bulan	Tanggal	n	c	U_i	\bar{n}_i	σ	\bar{U}	UCL	LCL
1	Juni	31-04	16816	504	0,03	800.76	0,01	0,06	0,05	0,01
2		04-08	16276	642	0,04	775.05	0,01	0,06	0,06	0,02
3		08-12	16571	860	0,05	789.10	0,01	0,06	0,08	0,03
4		12-16	16479	1143	0,07	784.71	0,01	0,06	0,10	0,04

k	Bulan	Tanggal	n	c	U_i	\bar{n}_i	σ	\bar{U}	UCL	LCL
5		16-20	18285	1368	0,07	870.71	0,01	0,06	0,10	0,05
6		20-23	10320	720	0,07	491.43	0,01	0,06	0,11	0,03
7		23-28	20747	981	0,05	987.95	0,01	0,06	0,07	0,03
8		28-01	8613	80	0,01	410.14	0,00	0,06	0,02	0,00
9	Juli	01-05	13011	592	0,05	619.57	0,01	0,06	0,07	0,02
10		05-10	15270	447	0,03	727.14	0,01	0,06	0,05	0,01
11		10-15	23051	1781	0,08	1097.67	0,01	0,06	0,10	0,05
12		15-19	19676	711	0,04	936.95	0,01	0,06	0,05	0,02
13		19-24	23684	1322	0,06	1127.81	0,01	0,06	0,08	0,03
14		24-28	16140	630	0,04	768.57	0,01	0,06	0,06	0,02
15		28-31	7164	749	0,10	341.14	0,02	0,06	0,16	0,05
16	Agust	31-05	21757	326	0,01	1036.05	0,00	0,06	0,03	0,00
17		05-09	8998	2855	0,32	428.48	0,03	0,06	0,40	0,20
18		09-15*	15056	436	0,03	716.95	0,01	0,06	0,05	0,01
19		15-20	27883	2001	0,07	1327.76	0,01	0,06	0,09	0,05
20		20-27	28261	719	0,03	1345.76	0,00	0,06	0,04	0,01
21		27-30	13444	1405	0,10	640.19	0,01	0,06	0,44	0,07
	Total		357502	20272						

Keterangan:

k = Banyak pengamatan

n = Jumlah produksi (m^3)

c = Produk defect (m^3)

U_i = Proporsi kerusakan

\bar{n}_i = rata-rata produksi pada pengamatan ke - i

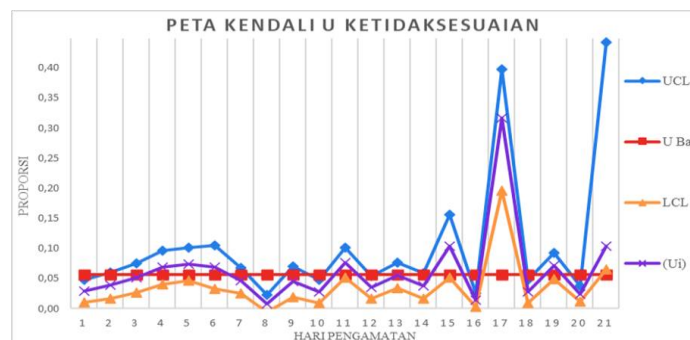
σ = Simpang Baku

\bar{U} = Nilai tengah atau CL

UCL = Batas kendali atas

LCL = Batas kendali bawah

Tanda bintang pada tanggal 05-09 artinya *Anion Exchange* dalam keadaan *stanby* artinya produksi *anion* harus dihentikan karena *flow* mencukupi. Setelah dilakukan perhitungan seperti pada tabel 3 maka dapat dihasilkan diagram peta kendali yang akan ditampilkan pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Peta Kendali U Ketidaksesuaian

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa tidak terdapat proporsi kerusakan yang melewati garis batas kendali atas dan garis batas kendali bawah. Sebagian besar titik masih berada di sekitar rata-rata (\bar{U}) menunjukkan bahwa proses masih berada di dalam kendali. Pada hari pengamatan ke 17 memiliki grafik yang meningkat, itu disebabkan karena jumlah *defect* yang tinggi akan tetapi proporsi kerusakan masih tidak melewati batas atas dan batas bawah jadi pengamatan ke 17 masih dalam kendali.

2) Perhitungan *DPMO* dan nilai *Sigma*

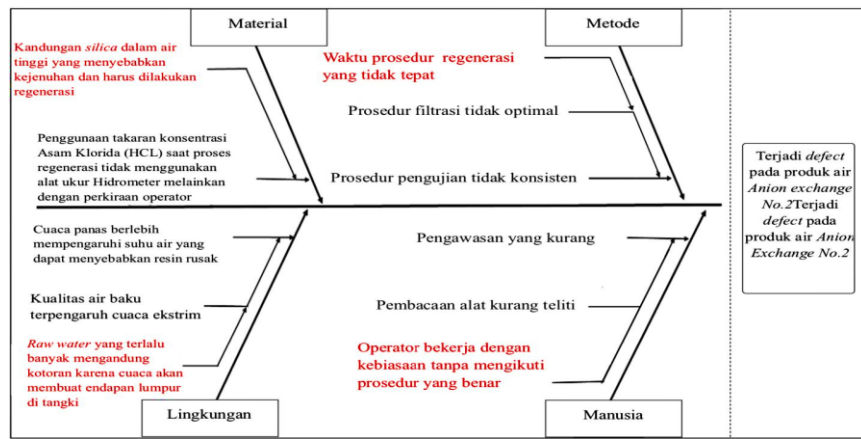
Berikut ini merupakan perhitungan *DPMO* dan nilai *sigma* pada produksi air *Anion Exchange No.2* menggunakan persamaan:

Tabel 4. Perhitungan *DPMO*

No	Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPU	TOP	DPO	<i>DPMO</i>	<i>SIGMA</i>
1	31-04	16816	504	4	0,030	67264	0,01	7492,86	3,93
2	04-08	16276	642	4	0,039	65104	0,01	9861,15	3,83
3	08-12	16571	860	4	0,052	66284	0,01	12974,47	3,73
4	12-16	16479	1143	4	0,069	65916	0,02	17340,25	3,61
5	16-20	18285	1368	4	0,075	73140	0,02	18703,86	3,58
6	20-23	10320	720	4	0,070	41280	0,02	17441,86	3,61
7	23-28	20747	981	4	0,047	82988	0,01	11820,99	3,76
8	28-01	8613	80	4	0,009	34452	0,00	2322,07	4,33
9	01-05	13011	592	4	0,045	52044	0,01	11374,99	3,78
10	05-10	15270	447	4	0,029	61080	0,01	7318,27	3,94
11	10-15	23051	1781	4	0,077	92204	0,02	19315,86	3,57
12	15-19	19676	711	4	0,036	78704	0,01	9033,85	3,86
13	19-24	23684	1322	4	0,056	94736	0,01	13954,57	3,70
14	24-28	16140	630	4	0,039	64560	0,01	9758,36	3,84
15	28-31	7164	749	4	0,105	28656	0,03	26137,63	3,44
16	31-05	21757	326	4	0,015	87028	0,00	3745,92	4,17
17	05-09	8998	2855	4	0,317	35992	0,08	79323,18	2,91
18	09-15	15056	436	4	0,029	60224	0,01	7239,64	3,95
19	15-20	27883	2001	4	0,072	111532	0,02	17941,04	3,60
20	20-27	28261	719	4	0,025	113044	0,01	6360,36	3,99
21	27-30	13444	1405	4	0,105	53776	0,03	26126,90	3,44
Total		357502	20272		1,342	Rata-rata	0,02	15980,38	3,74

Pada tabel 4 menunjukkan data *DPMO* dan nilai *sigma* untuk bulan Juni, Juli, dan Agustus 2023. Berdasarkan perhitungan, didapatkan nilai rata-rata *sigma* sebesar 3,74 yang masuk dalam kategori 3-*sigma*, dengan kemungkinan terjadinya cacat sebanyak 15980,38 dalam satu juta produksi *Anion Exchange No.2*. Bila nilai *DPMO* ini dikonversikan kedalam tabel dari Motorola akan mendapatkan nilai *sigma* sebesar 3,64. Meskipun nilai 3-*sigma* masih jauh dari target 6-*sigma*, namun nilai tersebut menunjukkan bahwa proses produksi *Anion Exchange* di PT. XYZ sudah cukup baik, mengingat rata-rata nilai *sigma* industri di Indonesia berada pada kisaran 2-3 *sigma*. Namun karena belum tercapainya kondisi *zero defect* yang dapat meminimalisir pemborosan material dan tenaga kerja akibat kecacatan produk, maka proses produksi perlu ditingkatkan lagi untuk mencapai nilai *sigma* yang lebih tinggi dan mengurangi jumlah cacat.

3.3 Tahap *Analyze*



Gambar 3. Diagram Fishbone

Berdasarkan gambar 3 diagram *Fishbone* diperoleh, sebab pada faktor manusia ialah operator bekerja dengan kebiasaan tanpa mengikuti prosedur yang benar, selanjutnya sebab pada faktor metode ialah waktu prosedur regenerasi yang tidak tepat, lalu sebab pada faktor material ialah kandungan silica dalam air tinggi yang menyebabkan kejenuhan dan harus dilakukan regenerasi, dan sebab pada faktor lingkungan ialah raw water yang terlalu banyak mengandung kotoran akan membuat endapan lumpur di tangki.

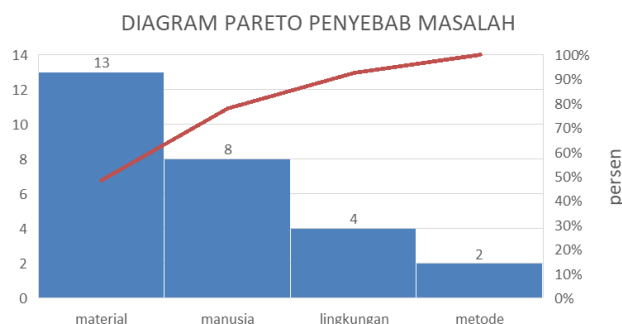
Tabel 5. Analisis Frekuensi Faktor Fishbone

No	Tgl regenerasi	Silica (mg/L)	Interval regenerasi	Faktor			
				Material	Metode	Manusia	Lingkungan
1	31-04	0,191	4	1			
2	04-08	0,041	4			1	
3	08-12	0,091	4	1	1		
4	12-16	0,082	4	1			
5	16-20	0,102	4	1			
6	20-23	0,173	3	1			1
7	23-28	0,112	5	1			
8	28-01	0,058	3			1	1
9	01-05	0,048	4			1	
10	05-10	0,125	5	1			
11	10-15	0,178	5	1			
12	15-19	0,043	4			1	
13	19-24	0,045	5			1	
14	24-28	0,156	4	1			
15	28-31	0,05	3			1	1
16	31-05	0,057	6			1	
17	05-09	0,03	4		1	1	
18	09-15	0,111	7	1			
19	15-20	0,169	5	1			
20	20-27	0,088	7	1			
21	27-30	0,167	3	1			1
Jumlah				13	2	8	4

Berikut merupakan tabel analisis frekuensi *Fishbone* untuk mencari faktor mana yang paling berpengaruh dalam produksi air *Anion Exchange No.2*. dapat diketahui bahwa jumlah cacat produk pada faktor material berjumlah 13, lalu jumlah cacat produk pada faktor metode berjumlah 2, jumlah cacat produk pada faktor manusia berjumlah 8, dan jumlah cacat produk pada faktor lingkungan ada 4. Total jumlah cacat produk tiap faktor adalah 27 produk.

Tabel 6. Frekuensi Penyebab Masalah

Faktor	Penyebab	Frek	Jumlah Kum	Frek %	% Kum	Ket
Manusia	Operator bekerja dengan kebiasaan tanpa mengikuti prosedur yang benar khususnya saat <i>silica</i> dibawah 0,1 ppm sudah dilakukan regenerasi.	8	8	30	29,63	Jumlah data 92 hari
Metode	Waktu prosedur regenerasi yang tidak tepat	2	10	7	37,04	
Material	Kandungan <i>silica</i> dalam air tinggi yang menyebabkan kejenuhan dan harus dilakukan regenerasi	13	23	48	85,2	
Lingkungan	<i>Raw water</i> yang terlalu banyak mengandung kotoran akan membuat endapan lumpur di tangki	4	27	15	100,00	
TOTAL		27		100		

**Gambar 4. Diagram Pareto Penyebab Masalah**

Dengan melakukan wawancara terhadap operator, serta melihat hasil dari tabel frekuensi penyebab masalah dan diagram pareto di simpulkan bahwa faktor material dengan sebab *silica* yang tinggi diatas 0,1 ppm adalah faktor yang paling berpengaruh dalam kegagalan / *defect* yang terjadi di *Anion Exchange No.2*. Faktor material memiliki frekuensi paling tinggi yaitu 48%.

3.4 Tahap *Improve*

Pada tahap perbaikan, dilakukan analisis untuk menentukan saran dan tindakan yang dilaksanakan guna memperbaiki dan meningkatkan mutu air yang diperoleh setelah membuat diagram *Fishbone*. Saran tindakan untuk peningkatan kualitas yang berfokus pada pencapaian hasil air yang baik atau sesuai standar, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Usulan Tindakan Perbaikan

Unsur	Frek %	Faktor Penyebab	Usulan Tindakan Perbaikan
Material	48%	Kandungan <i>silica</i> dalam air tinggi yang menyebabkan kejenuhan dan harus dilakukan regenerasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pemantauan kualitas air masuk secara berkala untuk mengetahui kadar kontaminan yang masuk. 2. Pastikan untuk melakukan regenerasi resin pada waktu yang tepat, sebelum resin benar-benar jenuh guna membantu menjaga kapasitas pertukaran ion.

Unsur	Frek %	Faktor Penyebab	Usulan Tindakan Perbaikan
			3. Memberikan perlakuan berbeda pada <i>silica</i> di atas atau dibawah 0,1 <i>ppm</i> . Misal <i>silica</i> di atas 0,1 <i>ppm</i> atau mendekati 0,2 disarankan waktu regenerasi dilakukan lebih lama dari biasanya (2 jam) agar kemampuan resin menjadi optimal kembali. Dan dapat menambahkan takaran larutan NaOH pada saat regenerasi agar sesuai dengan kebutuhan, begitupun sebaliknya pada <i>silica</i> di bawah 0,1 <i>ppm</i> . 4. Melakukan rutinitas pengecekan resin seperti kondisi apakah ada resin yang pecah atau ada resin yang lolos ke <i>strainer</i> .
Manusia	30%	Operator bekerja dengan kebiasaan tanpa mengikuti prosedur yang benar khususnya saat <i>silica</i> dibawah 0,1 <i>ppm</i> sudah dilakukan regenerasi.	1. Memberikan pelatihan rutin kepada operator mengenai prosedur yang benar dalam regenerasi resin. 2. Memastikan operator memahami SOP yang telah ditetapkan. 3. Mempunyai sertifikasi sesuai dengan bidangnya.
Lingkungan	15%	<i>Raw water</i> yang terlalu banyak mengandung kotoran akan membuat endapan lumpur di tangki	1. Melakukan pembersihan sistem pemrosesan air untuk menghindari pemupukan endapan yang dapat mengganggu aliran dan efisiensi resin. 2. Memastikan komponen lain dalam sistem, seperti filter dalam kondisi baik untuk mendukung kinerja resin.
Metode	7%	Waktu prosedur regenerasi yang tidak tepat	1. Menambah waktu regenerasi jika kondisi air yang masuk lebih keruh dari biasanya. 2. Implementasikan sistem pemantauan otomatis untuk memantau kualitas air dan kondisi resin secara real-time untuk membantu dalam menentukan kapan regenerasi perlu dilakukan.

3.5 Tahap Control

Dari hasil analisis dan perhitungan menghasilkan batas atas kendali dan bawah kendali, rata-rata nilai *DPMO* yaitu 15980,38 dan nilai *sigma* yaitu 3,74, serta usulan tindakan perbaikan. Selanjutnya akan dilakukan tahap pengontrolan untuk membandingkan kualitas sebelum dan sesudah perbaikan. Namun, dalam penelitian ini, karena terbatas pada pemberian usulan perbaikan, tahap kontrol hanya berupa rekomendasi perbaikan yang sebaiknya dijalankan oleh perusahaan.

4. KESIMPULAN

- 1) Terdapat 4 jenis faktor penyebab terjadinya cacat produksi air *Anion Exchange No.2* yang dapat mempengaruhi kualitas air. Faktor yang paling berpengaruh pada cacatnya produksi air *Anion Exchange No.2* adalah faktor material (kandungan *silica*) yang mengalami kejenuhan dan harus dilakukan regenerasi juga pergantian resin.
- 2) Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai *DPMO* sebesar 15980,38 dan nilai *sigma* 3,74. Dapat diartikan bahwa terdapat kemungkinan kecacatan sebesar 15980,38 yang akan terjadi dalam satu juta air *Anion Exchange No.2*. Jika dikonversikan menjadi nilai *sigma* menurut Motorola, maka nilai yang didapatkan sebesar 3,64 yang merupakan pencapaian tingkat *sigma* rata-rata industri Indonesia.

5. REFERENSI

- Ananda, M., Jauhari, G., & Ridwani, S. (2019). Penerapan Metode Six Sigma (DMAIC) Untuk Menuju Zero Defect Pada Produk Air Minum Ayia Cup 240 ml. *SAINTEK: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi Industri*, 3(1), 16. <https://doi.org/10.32524/saintek.v3i1.539>
- Bahauddin, A., & Latif, M. R. (2022). Pengendalian kualitas base oil menggunakan metode six sigma. *Journal Industrial Servicess*, 7(2), 269. <https://doi.org/10.36055/jiss.v7i2.14401>

- C. Montgomery, D. (2019). Introduction to Statistical Quality Control. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Earl P., S., & Manullang, M. (2001). *Manajemen Perusahaan*. Yogyakarta Liberty 1984.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, Dan HACCP*.
- Ratnadi, R., & Suprianto, E. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) Dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk. *Jurnal Indept*, 6(2), 11.
- Russamurti, I. (2020). *PENERAPAN METODE SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI PERSENTASE CACAT PRODUK AIR MINERAL CUP 240ML (Studi Kasus: CV Yestoya Makmur Jaya) TUGAS AKHIR*.