

Artikel Penelitian

Penerapan Metode Six Sigma dalam Pengendalian Kualitas Air pada PT ABC

Zila Maghfirah^{*}, La Ode Ahmad Safar Tosungku, Ridzky Zul Asdi

Fakultas Teknik, Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 19 Juli 2025
Revisi Akhir: 21 Agustus 2026
Diterbitkan Online: 23 Agustus 2026

KATA KUNCI

Air Minum
DPMO
FMEA
Pengendalian Kualitas
Six Sigma

KORESPONDENSI^(*)

Phone: +62 852-4901-1972
E-mail: zilaamaghfirah@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Six Sigma dalam pengendalian kualitas air pada PT ABC IPA Unit A, Samarinda. Fokus penelitian adalah mengidentifikasi jenis ketidaksesuaian, menganalisis tingkat ketidaksesuaian, dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas air produksi. Metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve*) digunakan untuk menganalisis data produksi selama periode Desember 2024 hingga Februari 2025, dengan sampel sebanyak 1008 uji laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidaksesuaian utama terjadi pada parameter sisa klor (830 sampel) dan kekeruhan (47 sampel), sementara pH air tidak menunjukkan ketidaksesuaian. Nilai DPMO (Defect Per Million Opportunities) sebesar 290.013,22 dan level sigma 2,0533 mengindikasikan perlunya perbaikan signifikan. Analisis penyebab menggunakan diagram fishbone mengungkap faktor-faktor seperti human error, kebocoran pipa, dan kondisi lingkungan. Usulan perbaikan meliputi penggunaan dosing pump otomatis, pelatihan karyawan, serta pengecekan dan penebalan media filter secara berkala. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi PT ABC dalam meningkatkan kualitas air produksi, serta menjadi referensi akademis terkait penerapan Six Sigma di industri pengolahan air. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melanjutkan tahap *Control* (DMAIC) dan mengeksplorasi metode lain untuk optimasi lebih lanjut.

PENDAHULUAN

Air tergolong sumber daya alam non hayati yang artinya dapat diperbaharui. Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi seluruh makhluk hidup dalam memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari contohnya seperti mencuci pakaian, pembersih diri hingga kebutuhan pangan, dalam memenuhi kebutuhan tersebut maka diperlukan mutu air yang berkualitas dan bersih. Contoh air yang bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tidak ada rasa dan tidak memiliki aroma [1].

Selain kebutuhan rumah tangga, air juga berperan penting dalam sektor industri, perhotelan, perkantoran, perdagangan, dan pendidikan. Hal ini menegaskan bahwa air merupakan sumber daya yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain. Oleh karena itu, distribusi air harus memenuhi standar kualitas yang ditetapkan untuk menjamin keamanan dan kesehatan pengguna.

Pemerintah Indonesia, telah mengeluarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023, yang menetapkan standar baku mutu air minum yang mencakup parameter fisika, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif. Contoh parameter tersebut meliputi nilai pH antara 6,5–8,5, tingkat kekeruhan maksimum 3 NTU, dan kadar sisa klor antara 0,2–0,5 mg/L. Pengelolaan kualitas air menjadi tanggung jawab utama instansi penyedia air bersih dan pemerintah

Salah satu perusahaan yang memproduksi dan menyediakan air bersih adalah PT ABC, yang mengoperasikan beberapa Instalasi Pengolahan Air (IPA). Namun, berdasarkan hasil wawancara, lima dari IPA tersebut masih mengalami kesulitan

dalam mengendalikan parameter kualitas air, terutama kekeruhan, pH, dan sisa klor. Berdasarkan wawancara, IPA A dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki tingkat kesulitan tertinggi dalam pengendalian kualitas dibandingkan IPA lainnya.

Permasalahan yang terjadi di IPA A berdasarkan hasil observasi menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam standar yang telah ditetapkan. Jika tidak segera dilakukan perbaikan, hal ini dapat menurunkan mutu kualitas air produksi dan berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi ketidaksesuaian dalam proses produksi adalah metode Six Sigma. Six Sigma merupakan pendekatan manajemen kualitas yang fokus pada peningkatan kapabilitas proses melalui lima tahapan: *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (DMAIC). Tujuan utama dari metode ini adalah untuk meminimalkan ketidaksesuaian dalam proses produksi.

Oleh karena itu dengan adanya permasalahan tersebut peneliti berupaya untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan metode Six Sigma serta melakukan perbaikan dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yaitu metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi penyebab kegagalan. Penggunaan metode ini diharapkan mampu mengurangi ketidaksesuaian pada produksi air PT ABC Samarinda sebelum didistribusikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas

Pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan cara membandingkan antara ciri – ciri kualitas produk dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Jika produk jadi yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan, perusahaan perlu segera melakukan tindakan korektif untuk memperbaiki produk tersebut. Hal ini penting agar perusahaan tetap dapat kompetitif dan dapat mempertahankan posisinya di pasar. Manajemen kualitas adalah keputusan bisnis yang sangat penting. Kualitas produk atau jasa tidak hanya memengaruhi kepuasan pelanggan, tetapi juga menjadi kunci perbaikan proses produksi. Dengan meningkatkan kualitas, perusahaan dapat mencapai keunggulan kompetitif dan keberlangsungan bisnis jangka panjang. Berdasarkan pendapat para ahli, kualitas dapat diartikan sebagai tingkat keseragaman atau konsistensi suatu produk terhadap standar yang telah ditetapkan. Semakin tinggi tingkat keseragaman ini, maka semakin tinggi pula kualitas produk tersebut. Menurut pengertian kualitas beberapa ahli diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas dapat didefinisikan sebagai tingkat kesesuaian suatu produk dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Semakin tinggi tingkat kesesuaian ini, semakin tinggi pula kualitas produk tersebut [2].

Kualitas Air

Kualitas air merupakan Kualitas air ditentukan berdasarkan sejumlah parameter yang mengukur sifat fisik, kimia, dan biologi air, seperti suhu, pH, kadar oksigen, dan keberadaan makhluk hidup. Parameter-parameter ini memberikan gambaran lengkap tentang kondisi air dan kegunaannya. Kualitas air, yang ditentukan oleh faktor fisik, kimia, dan biologi, secara langsung mempengaruhi kesehatan manusia, produktivitas pertanian, dan kelestarian ekosistem [3].

Ketidaksesuaian Produk

Ketidaksesuaian atau defect adalah masalah yang dapat mengurangi kualitas produk dan memengaruhi kepuasan serta kepercayaan pelanggan. Selain itu, hal ini juga dapat meningkatkan biaya produksi. Oleh karena itu, dalam proses produksi, penting untuk memperhatikan kualitas agar ketidaksesuaian produk bisa dikurangi. Dengan demikian, pemborosan material dan biaya produksi lainnya dapat diminimalisir, sehingga biaya per unit produk dapat ditekan dan harga produk menjadi lebih kompetitif. Kualitas menjadi salah satu strategi perusahaan dalam menghadapi persaingan, dan diharapkan dapat menghasilkan produk berkualitas dengan harga yang terjangkau. Pengendalian kualitas harus dilakukan agar konsumen merasa yakin bahwa perusahaan mengutamakan kepuasan mereka. Jika konsumen puas, maka loyalitas mereka pun akan meningkat [4].

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan yang standar. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi harus stabil dan mampu beroperasi

sedemikian hingga sebenarnya semua produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi. Pengendalian kualitas dalam proses produksi sangat penting untuk perusahaan dan perlu direalisasikan agar supaya perusahaan dapat mengetahui terjadinya penyimpangan dalam proses produksi sehingga perusahaan dapat meminimalisir terjadinya kerusakan sekecil apapun itu, akibat dari penyimpangan produksi akan menimbulkan kerugian besar baik dari segi kualitas dan kuantitas [5].

Six Sigma

Salah satu pendekatan yang efektif untuk pengendalian kualitas adalah metode Six Sigma. Penerapan metode ini dapat secara signifikan meningkatkan kualitas produk dan efisiensi operasional perusahaan. Tidak hanya itu, perusahaan yang menggunakan metode Six Sigma juga memperoleh hal lebih lainnya yaitu, memperbaiki cycle time, mengurangi ketidaksesuaian, menambah kepuasan pelanggan dan meningkatkan keuntungan instansi. Ketika menggunakan metode Six Sigma, mempunyai 5 tahapan dasar yang harus dilaksanakan yaitu, *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* yang bisa juga disingkat menjadi DMAIC. Kelima fase ini dilaksanakan secara berulang dan membentuk siklus peningkatan kualitas. DPMO yang digunakan dalam Six Sigma adalah ukuran yang sangat berguna untuk mengukur kualitas produk atau layanan karena memiliki korelasi langsung dengan biaya produksi, waktu siklus, dan kepuasan pelanggan. Dengan mengurangi DPMO, perusahaan dapat menghemat biaya, meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan loyalitas pelanggan. Berikut Tabel konversi nilai DPMO dan tingkat pencapaian level sigma yang dapat mengukur kualitas produk [2].

Tabel 1. Tabel Konversi Nilai DPMO

Tingkat pencapaian sigma	DPMO
1 – sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)
2 – sigma	308.538 (rata – rata industri Indonesia)
3 – sigma	66.807
4 – sigma	6.210
5 – sigma	233
6 – sigma	3,4 (industri kelas dunia)

DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control)

DMAIC merupakan suatu metode dalam pengukuran nilai *sigma* Berikut merupakan langkah-langkah metode DMAIC:

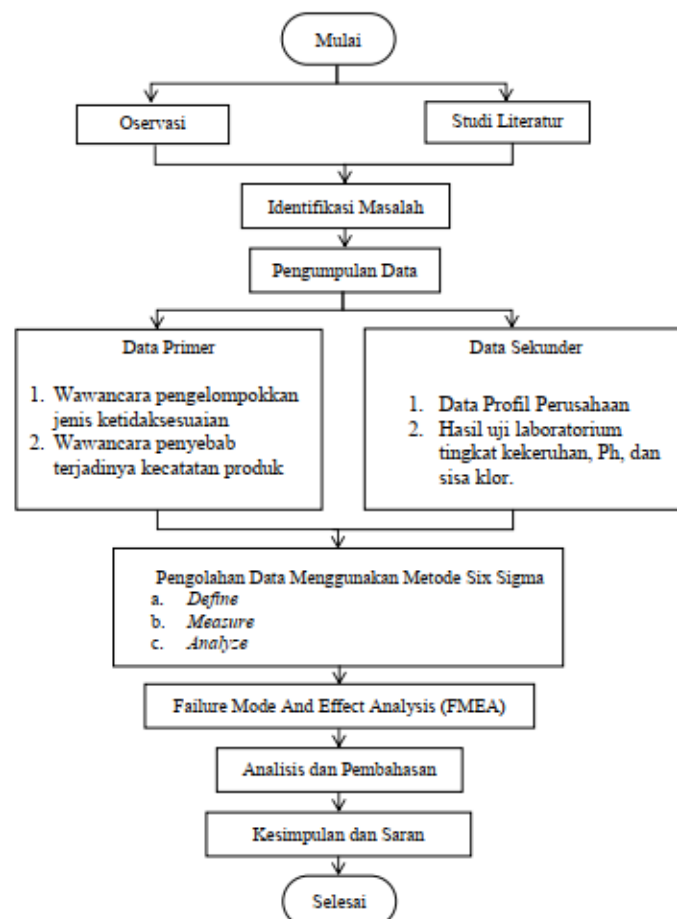
1. *Define* merupakan langkah awal dalam peningkatan kualitas dimulai dari masalah yang teridentifikasi. Untuk mengetahui hal tersebut perlu dibuat diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*).
2. *Measure* merupakan aktivitas pengukuran proses sebelumnya (pengukuran dasar) yang bertujuan untuk mengevaluasi berdasarkan *goals* yang telah ada. Pengukuran tingkat ketidaksesuaian sampai tingkat sigma-nya.
3. *Analyze* merupakan tahap yang dilakukan identifikasi akar penyebab masalah dengan berdasarkan analisa data. Dapat menggunakan *tools* diagram pareto dan *fishbone*.
4. *Improve* merupakan tahap penyusunan rekomendasi tindakan secara umum dalam upaya menekan tingkat ketidaksesuaian produk.
5. *Control* merupakan tahap terakhir yang dilakukan dalam peningkatan kualitas menggunakan DMAIC. Langkah terakhir ini bertujuan untuk melakukan control dalam setiap kegiatan. Sehingga memperoleh hasil yang baik dan dapat mengurangi waktu, masalah dan biaya yang tidak dibutuhkan. [2]

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Menurut definisi Pahl dan Beitz FMEA adalah "Metode analisis formal untuk identifikasi sistematis terkait efek kemungkinan kegagalan dan estimasi risiko. Modus kegagalan ditentukan probabilitas *Occurance* (O), skor untuk keseriusan efek *Severity* (S), dan skor untuk *Detectability* kegagalan selama *Desain* (D). Nilai untuk O, S dan D biasanya berkisar dari 1 sampai 10, *Risk Priority Number* (RPN) dihitung dengan mengalikan O, S dan D, dan digunakan sebagai metrik untuk mengukur pentingnya kegagalan komponen [6].

METODOLOGI

Tahapan pengolahan data dilakukan dengan dua metode, yaitu metode Six Sigma dan metode FMEA. Langkah-langkah penelitian yang digunakan secara rinci dijelaskan dalam kerangka penelitian, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Tahap-tahap Penelitian

1. Identifikasi Masalah
Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada proses pengendalian kualitas air di perusahaan. Identifikasi dilakukan melalui observasi awal dan pengumpulan informasi mengenai ketidaksesuaian kualitas air sebelum didistribusikan kepada pelanggan.
2. Studi Literatur
Tahap ini dilakukan dengan mempelajari teori dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengendalian kualitas, kualitas air, metode Six Sigma, pendekatan DMAIC, serta metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) sebagai dasar penyelesaian masalah.
3. Pengumpulan Data
Data dikumpulkan dari hasil pengujian kualitas air pada periode penelitian. Data yang digunakan meliputi parameter pH, kekeruhan, dan sisa klor yang menjadi karakteristik kualitas (Critical to Quality/CTQ) dalam penelitian.
4. Tahap Define
Dilakukan pendefinisian masalah dan pemetaan proses menggunakan SIPOC (Supplier–Input–Process–Output–Customer) untuk memahami alur proses produksi serta menentukan parameter kualitas yang menjadi fokus perbaikan.
5. Tahap Measure
Dilakukan pengukuran tingkat kualitas proses dengan menghitung jumlah ketidaksesuaian serta menentukan nilai DPO, DPMO, dan level sigma untuk mengetahui kondisi kinerja proses saat ini.
6. Tahap Analyze
Dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab utama ketidaksesuaian menggunakan diagram Pareto dan fishbone diagram sehingga diperoleh akar penyebab masalah yang memengaruhi kualitas air.

7. Tahap Improve

Berdasarkan hasil analisis, disusun rekomendasi perbaikan menggunakan metode FMEA untuk menentukan prioritas tindakan yang dapat mengurangi ketidaksesuaian dan meningkatkan kualitas proses.

8. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dilakukan dengan menyusun kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data serta memberikan saran perbaikan yang dapat diterapkan pada penelitian selanjutnya maupun perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pelayanan air bersih. Tahap pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan metode Six Sigma yaitu tahapan DMAI tanpa *Control* yaitu *Define, Measure, Analyze, dan Improve*, hal ini dilakukan karena peneliti mempertimbangkan efisiensi dan keterbatasan waktu. Adapun penjabaran yang akan dijabarkan melalui penjelasan dibawah ini.

Define

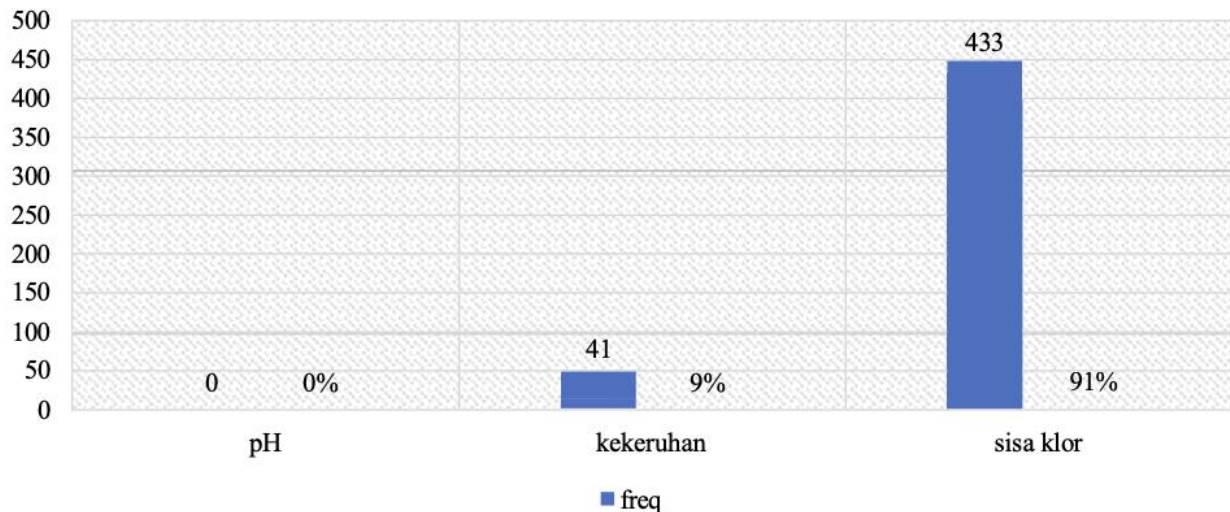
Tahap pertama dalam metode *Six Sigma* adalah tahap *Define*, pada tahap ini dilakukan pendefinisian masalah yang terjadi pada produk air minum. Pada tahap *define* dilakukan identifikasi aliran proses produksi dengan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) dan dilakukan proses identifikasi terhadap CTQ (*Critical to Quality*, serta pembuatan *checksheet* dari setiap CTQ selama periode yang ditentukan. Berdasarkan *critical to quality* (CTQ) dan jenis ketidaksesuaian yang ditemukan pada produksi air minum pada bulan Desember 2024 – Februari 2025, dapat ditentukan jenis ketidaksesuaian yang perlu diperhatikan yang akan berdampak pada kebutuhan dan kepuasan pelanggan.

Tabel 1. *Checkseet* Ketidaksesuaian Produk Air

Minggu ke	Jumlah Sampel	Jenis Cacat			Jumlah Sampel Cacat	Persentase Sampel Cacat
		ph	Kekeruhan	Sisa klor		
1	84	0	0	78	78	93%
2	84	0	0	72	72	86%
3	84	0	0	43	43	51%
4	84	0	0	24	24	29%
5	84	0	2	71	73	87%
6	84	0	0	37	37	44%
7	84	0	4	67	71	85%
8	84	0	11	5	16	19%
9	84	0	18	0	18	21%
10	84	0	2	9	11	13%
11	84	0	0	21	21	25%
12	84	0	4	6	10	12%
Total	1008	0	41	433	474	47%

Berdasarkan *checksheet* yang telah dibuat dapat dilihat jumlah sampel per minggu selalu sama yaitu 84 sampel, ditemukan ketidaksesuaian pada sampel kekeruhan sebanyak 41 dari 1008 sampel, pada sampel sisa klor sebanyak 433 dari 1008 sampel dan tidak ditemukan ketidaksesuaian pada sampel pH.

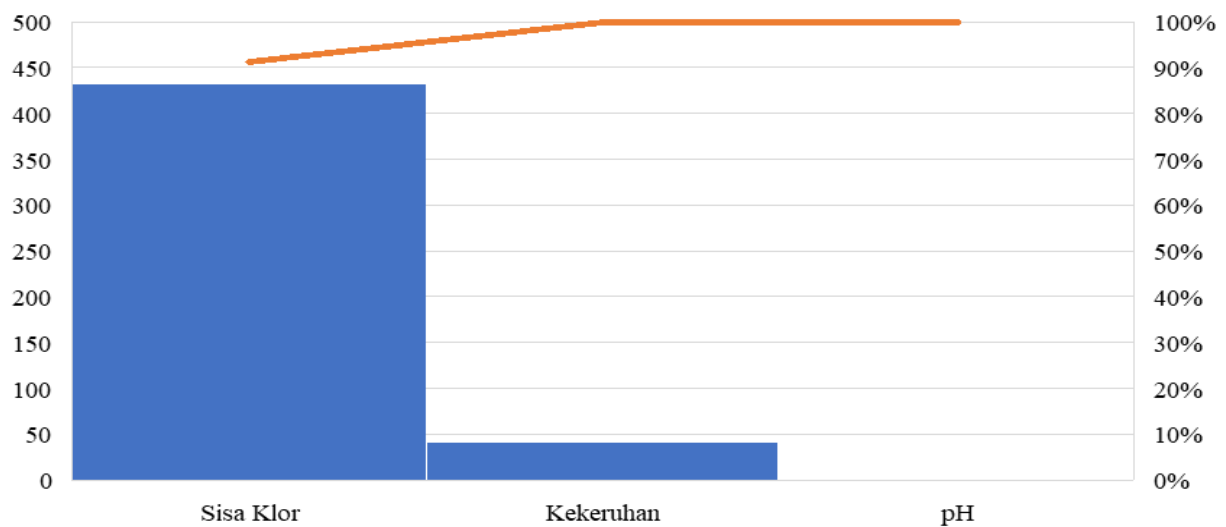
HISTOGRAM DEFECT



Gambar 2. Histogram Ketidaksesuaian Air Minum

Berdasarkan histogram dari jenis jenis ketidaksesuaian yang terjadi pada produk Air Minum pada priode Desember 2024 hingga Februari 2025, tidak didapatkan jumlah pH pada periode tersebut, namun didapatkan jenis ketidaksesuaian kekeruhan sebanyak 47 sampel dan 830 sampel jenis ketidaksesuaian sisa klor.

PARETO CHART



Gambar 3. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto yang telah dibuat pada Gambar 3 didapatkan jenis ketidaksesuaian yang paling tinggi yang paling berdampak dari ketiga jenis ketidaksesuaian ialah sisa klor yang memiliki tingkat ketidaksesuaian yang sangat tinggi serta masih terdapat ketidaksesuaian pada tingkat kekeruhan. Untuk jenis ketidaksesuaian pH air yang asam tidak menjadi prioritas karena tidak terjadi ketidaksesuaian, sehingga yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan adalah jenis ketidaksesuaian tingkat kekeruhan dan jenis ketidaksesuaian sisa klor dan yang belum sesuai dengan standar.

Measure

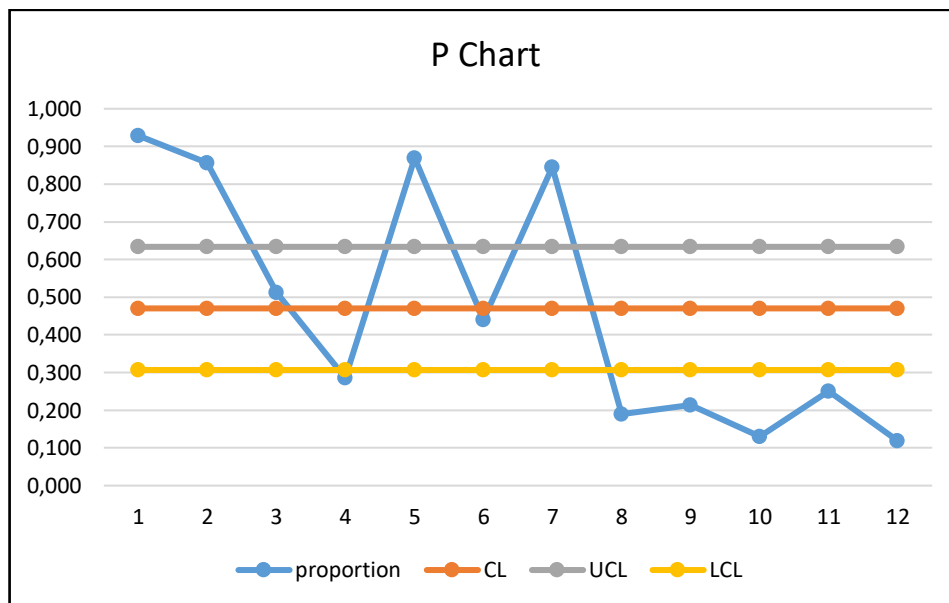
Tahap selanjutnya adalah *measure*, pada tahap ini dilakukan perhitungan untuk membuat diagram kontrol atau peta kendali p, perhitungan nilai *Defecr Per Opportunity* (DPO), dan dilanjutkan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO), serta perhitungan nilai *level sigma* untuk mengukur performa suatu industri secara kuantitatif dan sebagai alat untuk peningkatan berkelanjutan. Peta kendali (*control chart*) digunakan untuk menentukan suatu proses dalam pengendalian *statistical*, mengontrol proses secara *continue* agar tetap stabil secara statistik serta membedakan

variasi normal dan tidak normal dalam suatu data. Pembuatan peta kendali diawali dengan pencatatan dan pengumpulan data lalu dilanjutkan dengan pengolahan data.

Tabel 2. Perhitungan Peta Kendali P

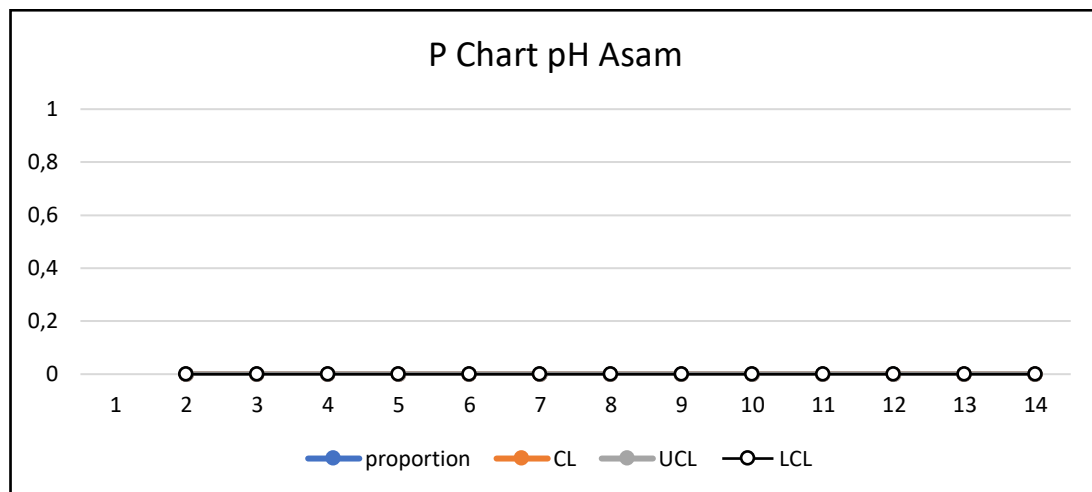
Minggu ke	jumlah Sampel	jumlah Sampel Cacat	Proportion	CL	UCL	LCL
1	84	78	1,000	0,47	0,634	0,307
2	84	72	1,000	0,47	0,634	0,307
3	84	43	0,881	0,47	0,634	0,307
4	84	24	0,583	0,47	0,634	0,307
5	84	73	0,988	0,47	0,634	0,307
6	84	37	0,964	0,47	0,634	0,307
7	84	71	0,976	0,47	0,634	0,307
8	84	16	0,893	0,47	0,634	0,307
9	84	18	0,881	0,47	0,634	0,307
10	84	11	0,833	0,47	0,634	0,307
11	84	21	0,810	0,47	0,634	0,307
12	84	10	0,631	0,47	0,634	0,307

Berdasarkan perhitungan *proportion*, CL, UCL, dan LCL yang telah dilakukan pada proses produksi air minum di PT ABC maka setelah itu dibuat peta kendali p masing – masing dan secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



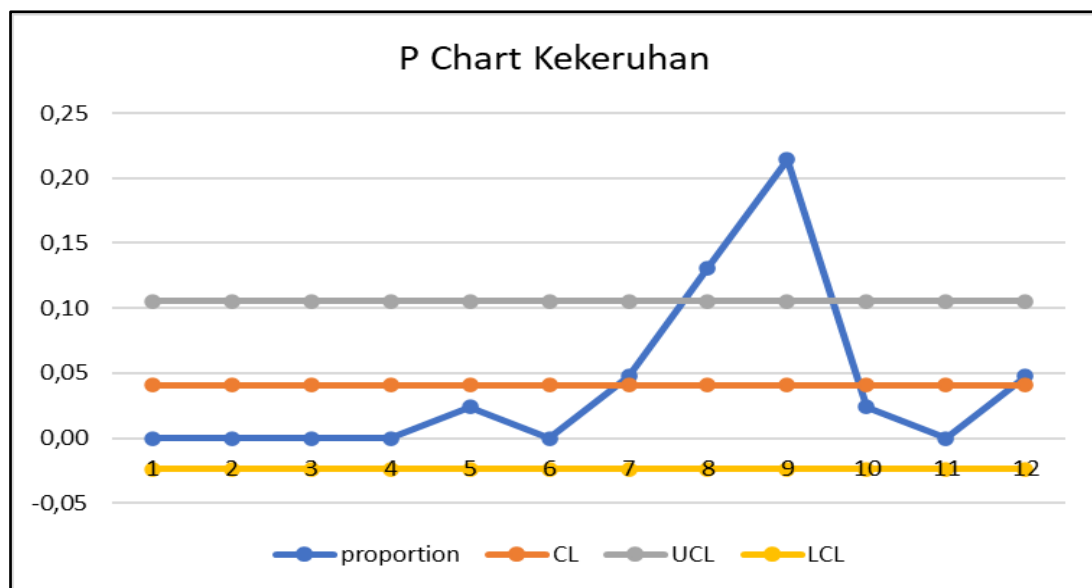
Gambar 4. Peta Kendali P Keseluruhan

Pada peta kendali P terlihat bahwa masih ada beberapa produksi memiliki proporsi ketidaksesuaian yang melebihi *Upper Control Limit* atau Batas Kendali Atas, yaitu pada minggu 1 dan 2. Adapun proporsi ketidaksesuaian yang melebihi *Lower Control Limit* atau Batas Kendali Bawah pada minggu 4, 9 dan 12. Pada minggu 3, 5, 6, 7, 8, 10, dan 11 proses produksi air dengan standar air minum dinyatakan telah stabil akan tetapi total persentase ketidaksesuaian masih sangat tinggi yaitu 87% dikarenakan berbagai faktor mulai dari faktor alam hingga teknis. Hal ini menyatakan bahwa pengendalian kualitas air untuk produksi memerlukan adanya perbaikan untuk menurunkan tingkat ketidaksesuaian sehingga mencapai nilai maksimal sebesar 0%.



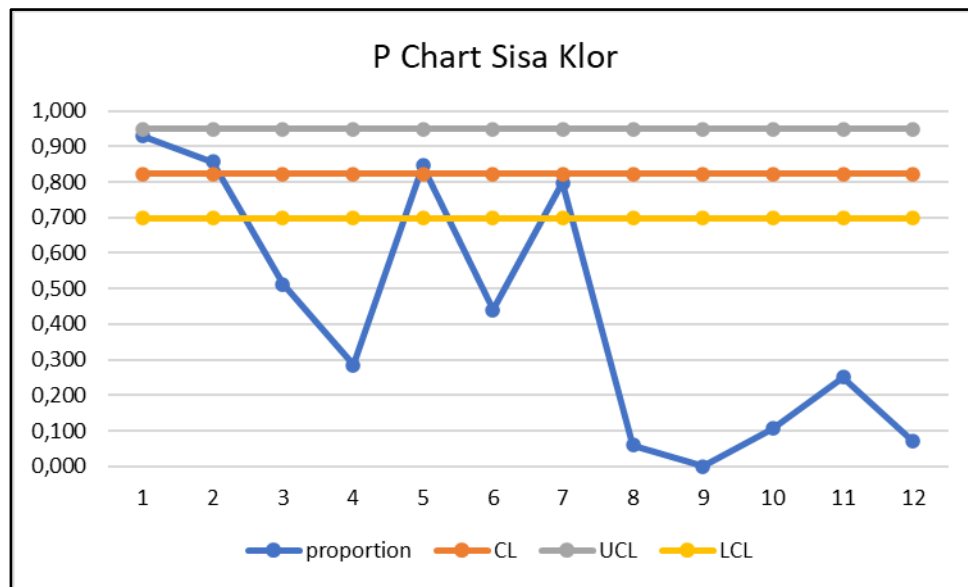
Gambar 5. Peta Kendali P pH

Pada peta kendali P terlihat bahwa tidak terdapat proporsi ketidaksesuaian, artinya dapat dikatakan bahwa pada jenis ketidaksesuaian pH tidak memiliki ketidaksesuaian dan tidak memerlukan perbaikan didalam prosesnya, berbeda dengan jenis ketidaksesuaian lainnya yang dimana terdapat ketidaksesuaian pada hasil uji laboratoriumnya yang artinya memerlukan perbaikan hingga mencapai *zero defect*.



Gambar 6. Peta Kendali P Kekeruhan

Pada peta kendali P jenis ketidaksesuaian kekeruhan terlihat bahwa masih ada beberapa produksi memiliki proporsi ketidaksesuaian yang melebihi *Upper Control Limit* atau Batas Kendali Atas, yaitu pada minggu 8 dan 9. dan tidak terdapat proporsi ketidaksesuaian yang melebihi *Lower Control Limit* atau Batas Kendali Bawah. Pada minggu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, dan 12 proses produksi air dengan standar air minum dinyatakan telah stabil.



Gambar 7. Peta Kendali P Sisa Klor

Pada peta kendali P jenis ketidaksesuaian sisa klor terlihat bahwa masih ada beberapa produksi memiliki proporsi ketidaksesuaian yang melebihi *Upper Control Limit* atau Batas Kendali Atas, yaitu pada minggu 1, 2, 5, dan 6, terdapat proporsi ketidaksesuaian yang melebihi *Lower Control Limit* atau Batas Kendali Bawah pada minggu 4, 9, dan 12 dan pada minggu ke 3, 7, 8, 10, dan 11 proses produksi air dengan standar air minum dinyatakan telah stabil proses produksi air dengan standar air minum dinyatakan telah stabil.

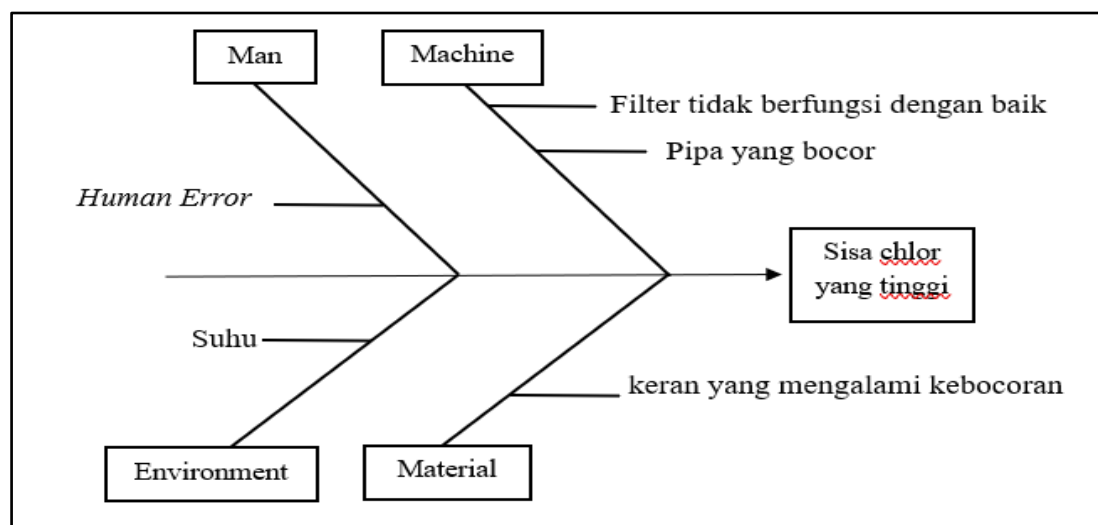
Analyze

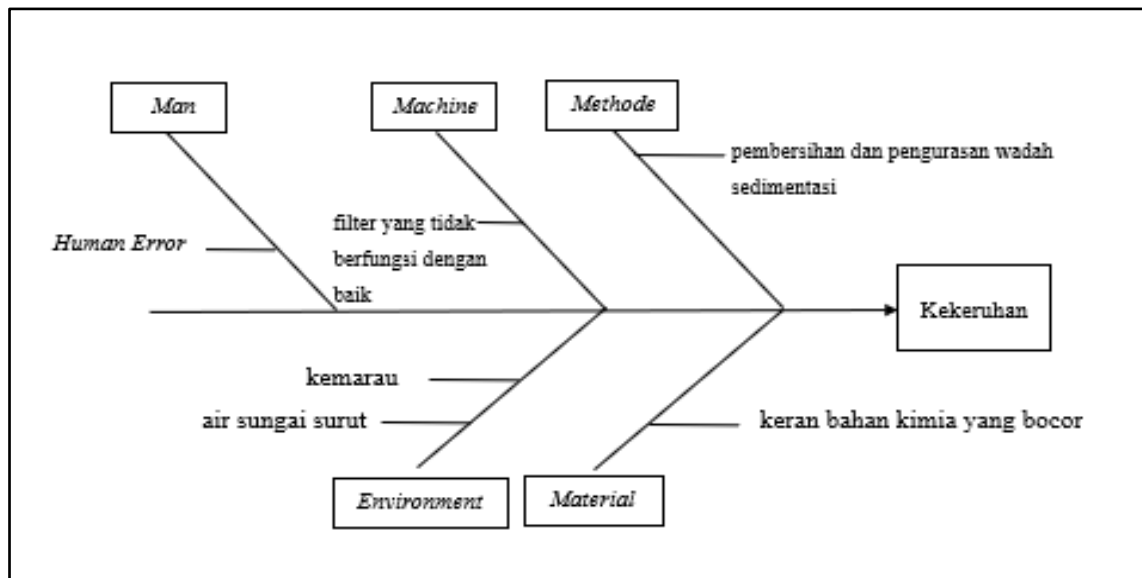
Tahap berikutnya adalah tahap *Analyze* atau tahap analisis yang ada pada konsep *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap nilai DPMO dan *Sigma Quality Level*, kemudian dilanjutkan dengan menganalisis penyebab dari ketidaksesuaian yang terjadi menggunakan *cause and effect diagram* (*fishbone*).

Analisis Nilai DPMO dan Sigma Quality Level

Perhitungan pada tahap *Measure* menunjukkan kapabilitas produksi air minum berada pada *level sigma* 2,0533 berdasarkan nilai DPMO (*Defect per Million Opportunity*) sebesar 290.013,22. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat 290.104 produk air minum yang mengalami ketidaksesuaian per satu juta kesempatan. *Sigma Quality Level* yang didapat sebesar 2,0533 masih bisa dilakukan perbaikan sehingga mencapai target *sigma* 6 yaitu 3,4 ketidaksesuaian per satu juta kesempatan, perbaikan juga dilakukan untuk mewujudkan *dramatic improvement* berupa *zero defect*, atau tidak ada ketidaksesuaian pada kualitas produk.

Cause and Effect Diagram

Gambar 8. Diagram *Fishbone* Sisa Klor ang Tinggi

Gambar 9. Diagram *Fishbone* Sisa Klor Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 8 dan 9 dapat dilihat faktor – faktor penyebab sisa klor yang tinggi berdasarkan wawancara dengan *manager* produksi dan pekerja setempat hanya diakibatkan oleh faktor *man*, *machine*, *material*, dan *environment*. Dapat dilihat penjabaran faktor – faktor tersebut seperti dibawah ini.

Improve

Tahap selanjutnya dari metode Six Sigma adalah *improve*, pada tahap ini akan diberikan usulan perbaikan sebagai usaha untuk meminimalisir ketidaksesuaian atau ketidaksesuaian dan mengoptimalkan proses produksi sehingga air minum yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai standar. Usulan perbaikan yang diberikan menggunakan metode FMEA pada jenis ketidaksesuaian sehingga dapat diketahui usulan perbaikan dari setiap penyebab – penyebab.

Tabel 3. Perbaikan Usulan Sisa Klor

No	Modus kegagalan potensial	Akibat potensial modus kegagalan	S	Penyebab potensial dari kegagalan	O	Control	D	RPN	Usulan Perbaikan
1.	keran kaporit tersenggol	volume kaporit yang dikeluarkan jadi lebih banyak	3	pekerja kurang berhati hati dalam bekerja	7	pemeriksaan setiap pagi	1	21	Mengadakan pelatihan kesadaran mutu atau kualitas air dan mengganti keran menggunakan <i>dosing pump</i> .
2	reaksi kimia menjadi lambat	kandungan sisa klor menjadi meningkat	1	suhu rendah	4	pemeriksaan kandungan sisa klor per 2 jam	2	8	Mengadakan evaluasi lebih lanjut terkait faktor suhu rendah
3	filter tidak dapat menyaring klorin secara maksimal	zat klorin yang masuk menjadi berlebih	4	Filter yang tidak berfungsi dengan baik	3	pemeriksaan filter setiap hari/2 atau 3 filter dari 9 filter	1	12	Melakukan perawatan filter secara berkala

4	kaporit yang masuk dua kali lipat	kandungan klor menjadi meningkat	sisa menjadi 4	Kebocoran pipa kaporit	5	pemeriksaan setiap pagi	1	20	Melakukan peremajaan pipa
5	jumlah zat kimia meningkat	kandungan klor menjadi meningkat	sisa menjadi 5	keran mengalami kebocoran	1	pemeriksaan keran 2 minggu sekali	1	5	Melakukan pergantian keran secara berkala

Tabel 4. Perbaikan Usulan Tingkat Kekeruhan

No	Modus kegagalan potensial	Akibat potensial modus kegagalan	S	Penyebab potensial dari kegagalan	O	Control	D	RPN	Usulan perbaikan
1	Tidak melakukan setingan ulang setelah pengurasan	tingkat kekeruhan air meningkat	5	pekerja yang lupa atau kelelahan	7	pemeriksaan setiap pagi	1	35	Melakukan pelatihan rutin mengenai prosedur kerja
2	lumpur yang naik kembali ke air bersih	tingkat kekeruhan air meningkat	6	filter buntu	9	pemeriksaan filter setiap hari/2 atau 3 filter dari 9 filter	1	54	Melakukan pengecekan ketebalan pasir secara berkala dan melakukan penebalan pasir
3	masih terdapat sisa flok pada honeycomb	tingkat kekeruhan air meningkat	3	pembersihan dan pengurasan wadah sedimentasi	2	inspeksi visual	1	6	Mengevaluasi mengenai desain <i>honeycomb</i> dan melakukan pelatihan mengenai <i>honeycomb</i>
4	air baku menjadi merah	tingkat kekeruhan air meningkat	4	kemarau	1	inspeksi visual	1	4	Melakukan evaluasi lebih lanjut mengenai mitigasi untuk permasalahan tersebut
5	air baku terangkat dengan pasir	tingkat kekeruhan air meningkat	4	air sungai yang surut	7	inspeksi visual	2	28	Melakukan evaluasi lebih lanjut mengenai mitigasi untuk permasalahan tersebut
6	kaporit yang masuk terlalu banyak sehingga air keruh	tingkat kekeruhan air meningkat	3	keran bahan kimia yang bocor	1	pemeriksaan setiap pagi	2	6	Melakukan pergantian keran secara berkala

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi tiga jenis ketidaksesuaian standar kualitas air, yaitu pH, kekeruhan, dan sisa klor. Analisis akar penyebab menggunakan diagram fishbone menunjukkan faktor-faktor utama berasal dari man (human error), material (kebocoran keran bahan kimia), machine (filter tidak optimal dan keran kaporit bocor), method (pengurusan dan pembersihan wadah sedimentasi yang tidak tepat), serta environment (penurunan suhu, musim kemarau, dan surutnya air sungai). Berdasarkan tahapan metode Six Sigma, dari 1.008 sampel air produksi, ditemukan 877 sampel tidak sesuai standar, dengan dominasi ketidaksesuaian pada sisa klor (830 sampel) dan kekeruhan (47 sampel), menghasilkan nilai DPMO sebesar 290.013,22 dan level sigma sebesar 2,0533, yang menandakan proses masih berada di level 2-sigma. Usulan perbaikan meliputi penggunaan dosing pump otomatis, pelatihan kesadaran mutu bagi karyawan, pengecekan berkala ketebalan filter, serta penambahan media pasir filtrasi.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar perusahaan mempertimbangkan temuan ini sebagai dasar usulan perbaikan dalam pengendalian kualitas produksi air minum. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melanjutkan penerapan metode Six Sigma hingga tahap *Control* agar perbaikan dapat berkelanjutan, serta mengeksplorasi metode lain guna membandingkan dan menentukan pendekatan terbaik yang dapat diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. I. Yaqin, B. W. Ziliwu, B. Demeianto, J. P. Siahaan, Y. E. Priharanto, and I. Musa, "Rancang bangun alat penjernih air portable untuk persediaan air di kota Dumai," *J. Teknol.*, vol. 12, no. 2, pp. 107–116, 2020.
- [2] C. R. Agrina, "Penerapan metode Six Sigma pada pabrik teh Ciater PTPN VIII Bandung," *Bussman J.: Indones. J. Bus. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 882–904, 2023, doi: 10.53363/buss.v3i2.176.
- [3] I. Rinjani, W. Wahyudin, and B. Nugraha, "Analisis pengendalian kualitas produk cacat pada lensa tipe X menggunakan Lean Six Sigma dengan konsep DMAIC," *J. Pendidik. dan Apl. Ind. (UNISTEK)*, 2021.
- [4] K. Nabila, "Menggunakan metode Six Sigma dan perbaikan dengan Kaizen (Studi Kasus: PT XYZ)," *Juminten: J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 116–127, 2020.
- [5] E. M. Ulfah and T. A. Auliandri, "Analisis kualitas distribusi air menggunakan metode Six Sigma DMAIC pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya," *INOBIS: J. Inov. Bisnis dan Manaj. Indones.*, vol. 2, no. 3, pp. 315–329, 2019, doi: 10.31842/jurnal-inobis.v2i3.93.
- [6] M. B. Wulandari and J. A. R. N. Ratni, "Analisis pengendalian kualitas air sungai dengan penerapan metode Six Sigma (DMAIC)," *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 66–77, 2024.
- [7] W. O. Widyarto, A. Firdaus, and A. Kusumawati, "Analisis pengendalian kualitas air minum dalam kemasan menggunakan metode Six Sigma," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 5, no. 1, pp. 17–22, 2019.
- [8] S. Enggari, D. Skylab, and H. Pratiwi, "Pemodelan System Supervisory Control and Data Acquisition pada instalasi pengolahan air (Studi kasus: PDAM Kota Padang)," vol. 5, no. 1, pp. 58–69, 2018.
- [9] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian kualitas dengan metode Failure Mode Effect and Analysis," 2019.
- [10] D. H. Stamatis, *Risk Management Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press, 2019.
- [11] D. Rimantho and M. D. Mariani, "Penerapan metode Six Sigma pada pengendalian kualitas air baku pada produksi makanan," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 16, no. 1, pp. 1–12, 2017.
- [12] P. Rahayu and M. Bernik, "Peningkatan pengendalian kualitas produk roti dengan metode Six Sigma menggunakan New & Old 7 Tools," *Jurnal Bisnis & Kewirausahaan*, vol. 16, no. 2, pp. 128–136, 2020.
- [13] A. I. Ramdhan and J. A. R. N. Ratni, "Analisa keberadaan sisa klor bebas pada jaringan distribusi PDAM Kabupaten Bantul dengan Epanet," *Jurnal Envirous*, vol. 1, no. 2, pp. 41–48, 2021.
- [14] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, 2023.
- [15] S. Nuradje and S. Sampo, "Pengaruh ketebalan media saringan pasir lambat terhadap penurunan kekeruhan dan warna air permukaan menggunakan sistem Down Flow," *Banua: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 1, no. 2, pp. 46–56, 2021. doi: 10.33860/bjkl.v1i2.661.