

Penerapan Metode FMEA untuk Mengidentifikasi Penyebab Penyumbatan Filter Pompa Intake B di PDAM Tirta Terubuk Bengkalis

Muhamad Daratista⁽¹⁾, Jefri Albuqhory⁽²⁾, Kadarma⁽³⁾, Apriadi Yosua Aritonang⁽⁴⁾, Razali⁽⁵⁾

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia, 28715

[^{\(1\)}, jeffryalbuqhory224@gmail.com^{\(2\)}, \[^{\\(3\\)}\]\(mailto:kadarmakadar781@gmail.com\),](mailto:muhamaddaratista@gmail.com)

[^{\(4\)}](mailto:apriyosua29@gmail.com), [^{\(5\)}](mailto:razali@polbeng.ac.id)

ABSTRAK

Kebutuhan air bersih yang aman dan layak konsumsi menjadi prioritas dalam layanan distribusi air oleh Perumda Air Minum Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis. Namun, masalah penyumbatan pada pompa intake B mengganggu kelancaran proses filtrasi, menurunkan kualitas air, dan menghambat distribusi ke pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi kegagalan pada unit filtrasi menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi literatur, lalu dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif dengan pendekatan Risk Priority Number (RPN). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko kegagalan dan memberikan rekomendasi perbaikan pada sistem filtrasi. Manfaatnya adalah memberikan solusi preventif untuk meningkatkan kualitas layanan air bersih dan mengurangi kerusakan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyumbatan filter memiliki nilai RPN sebesar 280 yang menunjukkan risiko sangat tinggi, diikuti oleh pompa (252) dan prosedur pembersihan (216), yang menunjukkan risiko tinggi. Identifikasi penyebab dilakukan melalui diagram fishbone yang mengungkap kontribusi faktor teknis dan prosedural terhadap kegagalan. Rekomendasi perbaikan meliputi peningkatan kinerja filtrasi, penguatan SOP, serta sistem monitoring kualitas air baku dan deteksi dini yang kuat untuk memitigasi potensi kegagalan di seluruh sistem. Penerapan FMEA terbukti efektif dalam mengidentifikasi prioritas risiko dan solusi preventif guna menjamin keberlangsungan operasional dan kualitas distribusi air bersih.

Kata Kunci: FMEA, Filter Pompa, PDAM

PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih mengacu pada jumlah air yang digunakan untuk menunjang aktivitas sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan memasak. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang, baik melalui proses pengolahan maupun tanpa pengolahan, memenuhi standar kesehatan sehingga aman untuk dikonsumsi langsung. Untuk memenuhi kriteria tersebut, air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, biologi, dan radioaktif (Darmawan & Amalia, 2024). Oleh karena itu air bersih yang diproduksi harus memenuhi standar untuk memastikan keamanan dan kualitasnya sebagai air bersih.

Berbagai penelitian sebelumnya menggarisbawahi pentingnya analisis risiko dalam proses pengolahan air bersih, khususnya pada tahap filtrasi yang berperan krusial dalam menjaga kualitas air produksi. Darmawan dan Amalia (2024) dalam penelitiannya di IPA Unit IV PDAM Legundi Gresik menunjukkan bahwa, meskipun proses sedimentasi mampu menghilangkan lebih dari 90% kekeruhan,

standar kualitas air yang dihasilkan masih belum sepenuhnya memenuhi ketentuan Permenkes No. 2 Tahun 2023. Sementara itu, studi oleh Yogaswara (2021) di PDAM Tirta Cahya Agung menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan mengidentifikasi kerusakan unit filtrasi sebagai penyumbang utama nilai risiko tertinggi terhadap kualitas air baku. Penelitian oleh Cahyani dan Sari (2024) dalam kajiannya di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya juga menegaskan bahwa pemeliharaan rutin terhadap peralatan, khususnya pompa dan sistem filtrasi, merupakan faktor penting dalam mengurangi risiko kegagalan produksi air bersih. Berdasarkan tinjauan tersebut, fokus penelitian ini pada analisis kegagalan filter akibat penyumbatan pada pompa intake B menjadi sangat relevan untuk mendukung keberlangsungan operasi dan kualitas layanan distribusi air bersih.

Perumda Air Minum Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis adalah perusahaan daerah milik Pemerintah Kabupaten Bengkalis yang bergerak di bidang pendistribusian air bersih kepada masyarakat di wilayah Kabupaten Bengkalis. Perumda ini beroperasi di bawah pengawasan aparat eksekutif

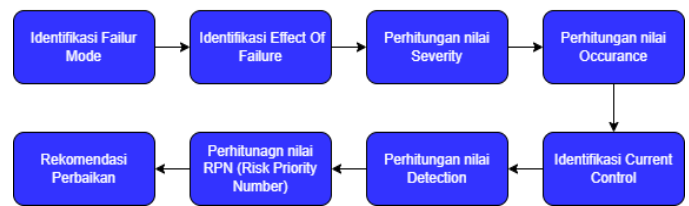
dan legislatif daerah, dengan jumlah sambungan rumah (SR) mencapai 16.418 unit per 30 November 2018, melayani sekitar 13.265 jiwa, atau sekitar 12,506% dari total penduduk wilayah pelayanan. Dalam upaya mempertahankan kualitas layanan tersebut, Perumda menghadapi berbagai tantangan teknis, salah satunya adalah terjadinya penyumbatan pada filter pompa intake B. Permasalahan ini dapat menyebabkan gangguan aliran air dan penurunan kualitas air bersih yang disalurkan ke konsumen. Oleh karena itu, diperlukan analisis risiko kegagalan pada proses filtrasi untuk mengidentifikasi akar penyebab, menilai prioritas risiko, dan menyusun rekomendasi perbaikan berbasis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi kegagalan yang terjadi pada sistem filter pompa intake B dan menentukan komponen dengan tingkat risiko tertinggi yang memerlukan tindakan perbaikan prioritas. Sementara itu, manfaat dari penelitian ini adalah memberikan masukan teknis bagi Perumda Air Minum Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis dalam upaya peningkatan keandalan sistem filtrasi serta menjaga kualitas dan kontinuitas layanan air bersih kepada masyarakat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan perbaikan sistem pengolahan air berbasis analisis risiko yang sistematis.

1. METODE

Objek penelitian ini adalah proses filtrasi pada unit filter pompa intake B di Perumda Air Minum Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis yang mengalami penyumbatan. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, serta studi literatur terkait pengolahan air bersih dan analisis kegagalan. Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif, kemudian dijelaskan dan disimpulkan berdasarkan hasil pengamatan (Darmawan & Amalia, 2024).

Sedangkan metode analisis yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi seluruh potensi kegagalan yang dapat terjadi dalam tahap perancangan maupun proses produksi hingga produk akhir dihasilkan, serta mengevaluasi dampak dari masing-masing kegagalan tersebut (Hisprastin & Musfiroh, 2020). Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode FMEA dibantu dengan penyelesaian menggunakan diagram *fishbone* diagram, menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), dan memberikan solusi atau alternatif untuk perbaikan potensi risiko yang akan terjadi (Anggraini & Waluyo, 2024).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)



Gambar 1. Tahapan FMEA
(Sumber: Cahyani & Sari, 2024)

Berikut penjelasan tahapan-tahapan pada metode FMEA:

1.1 Identifikasi Failure Mode

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi semua kemungkinan cara atau mode kegagalan yang dapat terjadi dalam suatu proses, produk, atau sistem. "*Failure mode*" mengacu pada bentuk spesifik dari kegagalan, seperti retakan pada pipa, penyumbatan filter, atau kerusakan bearing.

1.2 Identifikasi Effect Of Failure

Setelah kegagalan diidentifikasi, tahap ini bertujuan untuk menentukan dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut terhadap proses atau produk. Misalnya, penyumbatan filter menyebabkan aliran air menjadi lambat atau tercemar.

1.3 Tingkat Keparahan (Severity)

Severity adalah penilaian terhadap seberapa serius dampak yang ditimbulkan oleh suatu kegagalan (Sulistyarini, 2018). Setiap potensi kegagalan akan dievaluasi untuk menentukan tingkat keparahannya. Terdapat hubungan langsung antara efek kegagalan dan nilai *severity*; jika efek yang ditimbulkan tergolong kritis, maka nilai *severity* akan tinggi. Sebaliknya, jika efeknya ringan, nilai *severity* akan rendah (Cahyani & Sari, 2024).

1.4 Tingkat Kejadian (Occurrence)

Occurrence mengacu pada penilaian terhadap seberapa sering penyebab kegagalan diperkirakan terjadi (Sulistyarini, 2018). Nilai *occurrence* diberikan berdasarkan perkiraan frekuensi terjadinya kegagalan atau dari data historis kumulatif mengenai kejadian serupa (Cahyani & Sari, 2024).

1.5 Identifikasi Current Control

Pada tahap ini, ditinjau pengendalian atau pencegahan yang sudah ada untuk mendeteksi atau mengurangi kegagalan.

1.6 Metode Deteksi (Detection)

Detection adalah penilaian terhadap kemampuan sistem atau kontrol saat ini dalam mendeteksi kegagalan sebelum berdampak lebih lanjut (Sulistyarini, 2018). Nilai *detection* menggambarkan efektivitas tindakan pencegahan atau pengendalian yang ada, serta mengukur seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut

dapat diidentifikasi sebelum menyebabkan kerugian (Cahyani & Sari, 2024).

1.7 Perhitungan RPN

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*). Nilai RPN menentukan prioritas dari kegagalan. Nilai tersebut digunakan untuk meranking kegagalan proses yang bersifat potensial. Berikut adalah persamaan nilai RPN (Puspitasari dan Martanto, 2014):

$$RPN = severity \times occurrence \times detection$$

1.8 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil RPN, langkah perbaikan atau pencegahan disusun untuk mengurangi kemungkinan, dampak, atau mendeteksi kegagalan lebih awal.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Proses Pengolahan Air Bersih Perumda Air Minum Tirta Terubuk

Proses pengolahan air bersih di PDAM melalui beberapa tahapan penting untuk memastikan air layak konsumsi dan memenuhi standar kesehatan. Proses produksi air bersih di PDAM diawali dengan penyedotan air baku dari sumber alami seperti sungai, danau, atau sumber air lainnya. Air baku tersebut dipompa menggunakan pompa penyedot menuju sistem *intake* B, yang berfungsi sebagai tahap awal penyaringan untuk menghilangkan partikel besar dan kotoran kasar agar peralatan di proses berikutnya tetap terjaga. Setelah melewati *intake*, air dialirkan melalui jalur pipa menuju unit pengolahan di PDAM. Jalur ini menjadi penghubung utama antara sumber air dan instalasi pengolahan air bersih. Sesampainya di unit pengolahan, air baku memasuki tahap koagulasi, di mana bahan kimia seperti tawas atau PAC disuntikkan untuk menggumpalkan partikel halus dan zat organik menjadi floc.

Selanjutnya, melalui proses injeksi bahan kimia, campuran kimia ini dimasukkan dengan sistem kontrol yang teratur agar proses pembentukan floc berlangsung optimal. Setelah koagulasi, air dialirkan ke bak sedimentasi untuk menjalani proses pengendapan, di mana gumpalan floc dan kotoran berat mengendap secara alami di dasar bak, sehingga air jernih dapat dipisahkan. Air jernih dari atas bak sedimentasi kemudian diarahkan ke tahap filtrasi, menggunakan filter pasir cepat atau media filtrasi lain yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel kecil yang tersisa. Akhirnya, air bersih hasil filtrasi disalurkan ke tangki distribusi, lalu didistribusikan kepada masyarakat melalui pompa, memastikan bahwa air yang sampai ke pelanggan memenuhi standar kebersihan dan kualitas yang ditetapkan.

2.2 Analisis FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Berdasarkan identifikasi penyebab kegagalan dari diagram *fishbone*, selanjutnya dilakukan penilaian menggunakan metode FMEA, sebagai berikut:

Tabel 1. Item/Komponen FMEA

No	Item/Komponen	Fungsi Utama
1	Filter Pompa Intake B	Menyaring lumpur dan debris dari air baku agar tidak masuk ke sistem pompa
2	Pompa Intake B	Mengalirkan air baku dari sumber menuju sistem pengolahan
3	Prosedur Pembersihan Rutin	Menjaga kebersihan filter dan mencegah penumpukan kotoran
4	Sistem Monitoring Air Baku	Mendeteksi kualitas air baku secara berkala (misalnya, tingkat kekeruhan)
5	Sistem Deteksi Penyumbatan	Memberikan peringatan dini bila terjadi penyumbatan di jalur aliran

Tabel 1 di atas menunjukkan lima komponen utama dalam sistem pengambilan air baku di PDAM Tirta Terubuk Bengkalis. Masing-masing komponen memiliki fungsi krusial dalam mencegah terjadinya penyumbatan pada filter pompa *intake* B. Selanjutnya analisis lebih lanjut dilakukan melalui metode FMEA dan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan prioritas kegagalan.

Tabel 2. Analisis FMEA

No	<i>Failure Mode</i>	Sebab	Efek	S	O	D	RPN
1	Filter pompa intake B tersumbat air baku	Lumpur/debris masuk dari air baku	Aliran terganggu, mutu air turun	8	7	5	280
2	Pompa bekerja terlalu keras	Beban tinggi akibat sumbatan	Komponen pompa cepat rusak	7	6	6	252
3	Tidak ada pembersihan rutin	SOP tidak dijalankan, pengawasan lemah	Sumbatan berulang, Filter rusak	9	6	4	216
4	Kualitas air baku tidak dikontrol	Tidak ada monitoring kualitas	Koagulasi-filtrasi tidak optimal	6	5	7	210
5	Lambat ditangani saat tersumbat dini	Tidak ada sistem deteksi dini	Produksi terhenti sementara	8	4	6	192

Dari hasil analisis menggunakan FMEA di atas, berikut hasil perhitungan RPN untuk permasalahan penyumbatan pompa *Intake* B PDAM Tirta Terubuk, sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan RPN

No	Komponen	RPN	Level Risiko	Keterangan
1	Filter Pompa	280	Sangat Tinggi	Melebihi RPN Kritis
2	Pompa	252	Tinggi	Melebihi RPN Kritis
3	Prosedur Pembersihan (SOP)	216	Tinggi	Melebihi RPN Kritis
4	Sensor Kualitas Air	210	Tinggi	Melebihi RPN Kritis
5	Deteksi Dini Penyumbatan	192	Sedang	Tidak Melebihi RPN Kritis
Total		1150		

Berdasarkan Tabel 3, analisis nilai *Risk Priority Number* (RPN) terhadap komponen-komponen yang terlibat dalam masalah penyumbatan filter pompa *Intake B* di PDAM Tirta Terubuk Bengkalis menunjukkan bahwa sebagian besar komponen dikategorikan dalam tingkat risiko tinggi hingga sangat tinggi. Filter Pompa menonjol dengan RPN tertinggi yaitu 280, menunjukkan risiko yang sangat tinggi. Hal ini mencerminkan tingkat keparahan penyumbatan filter yang disebabkan oleh lumpur dan serpihan yang masuk bersama air baku, yang secara signifikan menghambat aliran air dan menurunkan kualitas air olahan.

Pompa *Intake B* memiliki RPN yang tinggi yaitu 252. Hal ini menunjukkan bahwa pompa mengalami peningkatan tekanan mekanis akibat penyumbatan, yang berpotensi mempercepat keausan dan mengurangi masa pakai operasionalnya. Dua komponen lainnya, yaitu Prosedur Pembersihan (SOP) dan Sistem Pemantauan Kualitas Air Baku, juga melebihi ambang batas RPN kritis 200, dengan skor masing-masing 216 dan 210. Hasil ini menyiratkan bahwa masalah-masalah terkait manajemen, seperti praktik pemeliharaan yang tidak teratur dan tidak adanya pemantauan kualitas air yang konsisten, memainkan peran penting dalam masalah keandalan sistem.

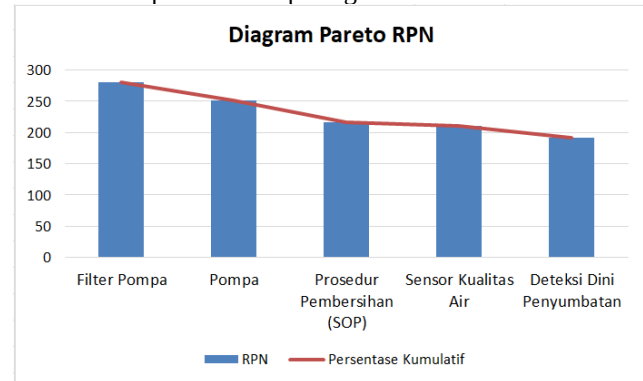
Di sisi lain, sistem deteksi dini penyumbatan memiliki RPN 192, yang menempatkannya dalam kategori risiko sedang. Meskipun di bawah ambang batas kritis, komponen ini tetap vital karena perannya dalam mengeluarkan peringatan dini ketika penyumbatan mulai terjadi. Peningkatan sistem ini dapat membantu mengurangi risiko kegagalan pada

komponen terkait lainnya dengan memungkinkan respons dan mitigasi yang lebih cepat.

Secara keseluruhan, total RPN untuk kelima komponen adalah 1150, menandakan risiko kumulatif yang cukup besar dalam sistem. Oleh karena itu, strategi preventif maupun korektif sangat penting, terutama untuk komponen yang teridentifikasi berisiko sangat tinggi. Tindakan yang direkomendasikan meliputi peningkatan kinerja filtrasi, penguatan SOP, sistem monitoring kualitas air baku dan deteksi dini yang kuat untuk memitigasi potensi kegagalan di seluruh sistem

2.3 Visualisasi Prioritas Risiko (Diagram Pareto)

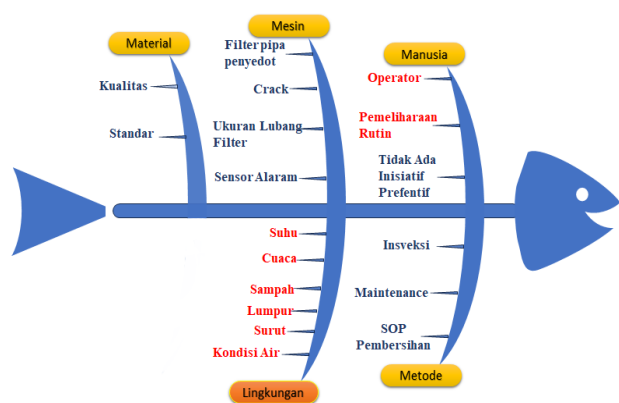
Untuk menilai bagaimana risiko didistribusikan di antara komponen-komponen yang dianalisis menggunakan pendekatan FMEA, digunakan Diagram Pareto sebagai alat bantu visual. Diagram Pareto adalah bagan yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menampilkan jenis cacat produk yang paling dominan, digambarkan menggunakan grafik batang (Cahyani & Sari, 2024). Visualisasi diagram pareto nilai RPN dapat dilihat seperti gambar di bawah ini:

**Gambar 2.** Visualisasi Diagram Pareto

Penggunaan visualisasi Pareto ini memungkinkan penetapan prioritas tindakan korektif dilakukan dengan lebih terstruktur dan berbasis data. Selain itu, diagram ini juga berfungsi sebagai alat komunikasi yang efektif antara tim teknis dan manajemen dalam menjelaskan urgensi untuk menangani masalah dengan tingkat risiko tinggi.

2.4 Identifikasi Cause and Effect Diagram (Fishbone)

Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan permasalahan yang terjadi di Perumda Air Minum Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis adalah terjadinya penyumbatan pada pompa *Intake B*. Penyumbatan ini menyebabkan aliran air baku yang masuk ke tahap pengolahan menjadi terhambat, sehingga berdampak pada penurunan kapasitas produksi air bersih. Untuk memetakan berbagai kemungkinan penyebab, digunakan pendekatan diagram *fishbone* (diagram sebab-akibat), sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Fishbone

Diagram *fishbone* yang ditunjukkan pada Gambar 3 menggunakan pendekatan 4M + 1E, yaitu suatu metode sistematis untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab masalah ke dalam lima kategori utama: *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material* (Bahan), dan *Environment* (Lingkungan). Pendekatan ini sering digunakan dalam analisis akar penyebab untuk mengidentifikasi berbagai aspek yang dapat memengaruhi terjadinya kegagalan dalam suatu proses. Setiap kategori mewakili dimensi berbeda dalam sistem kerja yang saling berkaitan dan dapat memberikan kontribusi terhadap masalah yang terjadi.

Dalam konteks kasus penyumbatan filter pada pompa intake B, diagram *fishbone* ini memetakan penyebab berdasarkan lima kategori tersebut. Pada aspek Manusia (*Man*), penyebabnya antara lain adalah kurangnya inisiatif preventif dari operator dan tidak dilaksanakannya pemeliharaan rutin secara optimal. Untuk kategori Mesin (*Machine*), faktor-faktor seperti keretakan pada filter, ukuran lubang filter yang tidak sesuai, dan tidak berfungsinya sensor alarm menjadi kontributor penyumbatan. Kategori Metode (*Method*) menyoroti kelemahan dalam SOP pembersihan, inspeksi, dan kegiatan *maintenance* yang belum berjalan efektif. Di sisi lain, kategori Material mengacu pada kualitas dan standar bahan filter yang digunakan. Sedangkan Lingkungan (*Environment*) mencakup kondisi eksternal seperti suhu, cuaca, keberadaan lumpur dan sampah, serta kondisi air yang tidak stabil. Dengan pemetaan ini, *fishbone* diagram membantu mengidentifikasi area prioritas yang perlu diperbaiki untuk mencegah terulangnya penyumbatan pada sistem filtrasi pompa intake B.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terhadap sistem mesin Intake B pada PDAM Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis, diperoleh hasil bahwa terdapat empat komponen dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) melebihi ambang batas kritis ($RPN > 200$), yaitu filter pompa (280), pompa (252), prosedur pembersihan (SOP) (216), dan sensor kualitas air (210). Nilai RPN yang

tinggi menunjukkan bahwa potensi kegagalan pada komponen tersebut memiliki dampak signifikan terhadap terjadinya penyumbatan pada sistem pompa Intake B.

Permasalahan utama yang ditemukan meliputi ketidakteraturan dalam proses perawatan, ketiadaan atau ketidaktepatan prosedur pembersihan, serta penggunaan sensor dengan tingkat sensitivitas yang rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar penyebab kegagalan bersumber dari faktor operasional dan kurangnya sistem pengendalian kualitas secara berkala.

Sebagai tindak lanjut, telah diusulkan beberapa solusi perbaikan, antara lain: penggunaan filter dengan ukuran mesh lebih kecil untuk meminimalisir partikel kotor yang masuk, peninjauan dan penerapan prosedur pembersihan standar (SOP) secara konsisten, pemasangan sistem otomatisasi untuk mendeteksi tekanan abnormal pada pompa, serta kalibrasi dan peningkatan kualitas sensor air secara berkala. Implementasi dari usulan perbaikan ini diharapkan mampu menurunkan nilai RPN secara signifikan, mencegah terjadinya penyumbatan berulang, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional sistem mesin Intake B.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PDAM Tirta Terubuk Kabupaten Bengkalis atas bantuan dan kerja sama yang telah diberikan selama proses pengumpulan data dan observasi lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan kinerja dan keandalan sistem mesin Intake B di lingkungan PDAM serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Darmawan and A. Amalia, "Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Air Unit IV di PDAM Legundi Gresik," *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 2, pp. 387–396, 2024.
- M. Sulistyarini, "Analisis Risiko Kegagalan Proses Menggunakan Fuzzy-AHP Failure Mode and Effect Analysis dan Kaizen Method (Studi Kasus: CV. SoganBatik)," Skripsi, Universitas Islam Indonesia, 2018.
- M. Waluyo, "Penerapan Metode Failure Mode Effect And Analisis (FMEA) Pada Proses Penambahan Gudang," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 272–280, 2024.
- N. B. Puspitasari and A. Martanto, "Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT.

- Asaputex Jaya Tegal)," *J@Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 93–98, 2014.
- R. B. Yogaswara, "Identifikasi Kendala Proses Produksi Instalasi Pengolahan Air Minum Menggunakan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: PDAM Tirta Cahya Agung, Kabupaten Tulungagung)," Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2021.
- Y. Hisprastin and I. Musfiroh, "Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri," *Majalah Farmasetika*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2020. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106> [Diakses 17 Mei 2025].
- Z. F. Cahyani and D. Puspitasari, "Analisis Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 13, no. 4, 2024.