

Analisis Risiko Penurunan Kualitas Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Jabon Kabupaten Sidoarjo dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*

Nasilla Aulia Faradina^{1*}, Naniek Ratni J.A.R.²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: nasilla.dina@gmail.com

Diterima: 3 Mei 2024

Disetujui: 4 Juni 2024

Abstract

As the population grows, so does the need for proper sanitation. Domestic or sanitary wastewater is the wastewater resulting from the use of water in all human activities and is divided into grey and black water. Fecal sludge, which is included in the black water category, is a source of pollution consisting of dissolved solids with a high content of organic material and microorganisms. The initial treatment of fecal sludge is carried out in domestic septic tanks, which have certain capacity limits, so further treatment of fecal sludge is required, which is carried out at the IPLT. This research uses the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to identify potential failures in the fecal sludge processing process. The aim of the research is to identify the sources and risks of processing unit failure, which can lead to a reduction in the quality of the processing results, and to propose improvements. From the research results it was found that the causes of failure with the highest RPN values and treatment priority were detention time (dt) in collection ponds, BOD removal in anaerobic ponds and BOD removal in facultative ponds. Suggested improvements can be used as suggestions for fecal sludge treatment to improve service quality.

Keywords: *failure mode and effect analysis, fecal sludge treatment plant, risk priority number*

Abstrak

Kebutuhan akan sanitasi layak semakin meningkat setiap harinya seiring dengan pertumbuhan penduduk. Air limbah domestik, atau air limbah sanitasi merupakan air limbah hasil pemakaian air dari setiap aktivitas kehidupan manusia yang terbagi menjadi *grey water* dan *black water*. Lumpur tinja, yang termasuk dalam kategori *black water*, merupakan sumber pencemar yang terdiri dari padatan terlarut dengan kandungan material organik serta mikroorganisme yang tinggi. Pengolahan awal lumpur tinja dilakukan pada tangki septik domestik yang memiliki batasan kapasitas tertentu, maka diperlukan pengolahan lumpur tinja lanjutan yang dilakukan di IPLT. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi kegagalan potensial dalam proses pengolahan lumpur tinja. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi sumber dan risiko kegagalan unit pengolahan yang dapat menyebabkan penurunan kualitas hasil pengolahan serta usulan perbaikan. Dari hasil penelitian, didapati bahwa penyebab kegagalan dengan nilai RPN terbesar dan mendapatkan prioritas penanganan adalah waktu detensi (td) pada kolam pengumpul, penyisihan BOD pada kolam anaerobik, dan penyisihan BOD pada kolam fakultatif. Usulan perbaikan dapat dijadikan sebagai saran untuk pengolahan lumpur tinja guna Meningkatkan mutu pelayanan.

Kata Kunci: *FMEA, instalasi pengolahan lumpur tinja, risk priority number*

1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, kebutuhan akan sanitasi layak pun semakin meningkat setiap harinya. Air limbah domestik atau dapat juga disebut air limbah sanitasi merupakan limbah cair yang berasal dari rumah/tempat tinggal dan dapat pula berasal dari fasilitas komersial, institusi/kelembagaan, dan fasilitas umum [1]. Air limbah domestik terbagi menjadi dua jenis yaitu *black water*, yaitu air limbah yang mengandung kotoran manusia, dan *grey water*, yaitu air limbah yang berasal dari air mandi bukan toilet, dapur, dan lain-lain [2].

Lumpur tinja yang terdiri dari padatan terlarut dengan kandungan material organik serta mikroorganisme seperti bakteri, virus dan lainnya merupakan sumber pencemar. Umumnya, pengolahan awal lumpur tinja dilakukan menggunakan tangki septik (*septic tank*) domestik. Namun, karena kapasitas yang terbatas, pengurasan atau pengosongan tangki septik dari lumpur tinja harus dilakukan agar tangki

septik berfungsi kembali sebagaimana mestinya. Kemudian, lumpur tinja yang berasal dari tangki septik domestik akan melalui pengolahan lanjutan pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) [3].

Kabupaten Sidoarjo memiliki 1 IPLT yang masih beroperasi hingga saat ini, yaitu IPLT Jabon yang melayani wilayah Sidoarjo secara keseluruhan juga wilayah sekitar Kabupaten Sidoarjo. Pada penelitian yang dilakukan oleh Maulana (2022), diketahui IPLT Jabon dapat mengolah 18-24 m³/hari lumpur tinja perharinya dengan debit rata-rata pada tahun 2023 sebesar 25,07 m³/hari. Meski begitu, menurut penelitian yang sama, teridentifikasi bahwa terdapat beberapa parameter yang masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

Untuk mendeteksi sumber kegagalan dalam pengolahan lumpur tinja, diperlukan analisis kandungan parameter pencemar sesuai dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) kemudian diterapkan untuk mencari, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan [4], yang terjadi pada unit pengolahan dan menyebabkan menurunnya kualitas lumpur tinja sehingga dapat menemukan perbaikan yang tepat

2. Metode Penelitian

Digunakan metode kualitatif juga kuantitatif pada penelitian ini. Data primer di dapat dari hasil uji laboratorium berupa pengujian parameter pH, BOD, COD, TSS, minyak & lemak, ammonia, dan Total *Coliform*, di dukung dengan observasi lingkungan dan wawancara dengan petugas. Pengambilan sampel dilakukan di tujuh titik yaitu pada inlet, SSC, kolam pengumpul, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturase, outlet. Sedangkan untuk data sekunder berupa debit, dan *detail engineering desain* (DED) yang di dapat dari pihak terkait untuk mendukung validitas penelitian. Hasil uji parameter laboratorium kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) lalu digunakan sebagai alat uji perhitungan untuk memperoleh kesimpulan dari hasil identifikasi kegagalan, evaluasi efek kegagalan, dan memprioritaskan kegagalan berdasarkan efek yang dihasilkan terhadap aspek teknis.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* atau FMEA merupakan sebuah teknik rekayasa dengan pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, juga menghilangkan kegagalan dan efek dari kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses maupun jasa untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh engineers untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. Setelah penyebab kegagalan potensial diketahui, untuk mengetahui prioritas risiko keparahan atau RPN maka harus mencari nilai dari *Severity* (tingkat keparahan), *Occurrence* (tingkat kemungkinan kejadian), dan *Detection* (Deteksi). Risk Priority Number (RPN) ialah ukuran yang digunakan ketika menilai risiko guna membantu dalam melakukan identifikasi *critical failure modes* terkait dengan desain atau pun proses. Nilai RPN berkisar antara 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (absolut terburuk) [5].

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Eksisting IPLT Jabon

IPLT Griyo Mulyo (Jabon) Sidoarjo mulai beroperasi pada 2015, terhitung sudah 8 tahun hingga saat ini. Seluruh unit pengolahan yang ada masih beroperasi secara normal dengan kapasitas debit pengolahan 34,6 m³/hari, dan rata-rata debit pengolahan hariannya adalah 25,07 m³/ hari. Limbah lumpur tinja yang diolah berasal dari fasilitas umum, fasilitas pendidikan, permukiman, dan lainnya di wilayah Kabupaten Sidoarjo dan sekitarnya.

Analisis Kualitas Lumpur Tinja

Tabel 1. Hasil analisis effluent limbah cair IPLT Jabon

Parameter	Satuan	SSC		Kolam Pengumpul	Kolam Anaerobik	Kolam Fakultatif	Kolam Maturasi	Outlet	Baku Mutu	Ket.
		Inlet	Outlet							
pH	-	7,56	6,49	6,41	7,01	7,49	7,89	6,47	6 - 9	M
TSS	mg/L	1370	480	335	310	295	225	160	30	T M
COD	mg/L	238,5	166,5	121,5	166,5	197,1	145,5	121,5	100	T M

Parameter	Satuan	SSC		Kolam Pengumpul	Kolam Anaerobik	Kolam Fakultatif	Kolam Maturasi	Outlet	Baku Mutu	Ket.
		Inlet	Outlet							
BOD	mg/L	400,3	76,3	728,3	68,1	339,2	57,5	19,2	30	M
Amonia	mg/L	131,55	124,7	253,2	208,3	88,4	2,22	4,84	10	M
Total Coliform	MPN/100 mL	311000	305000	136000	106000	39000	9000	4000	3000	T M
Minyak Lemak	mg/L	1,4	1,38	1,47	1,61	1,53	1,51	1,56	5	M

Sumber: Hasil uji laboratorium (2023)

Dari hasil analisis *effluent* IPLT Jabon pada **Tabel 1** berdasarkan PERMEN LHK P.68/Menlhk-Setjen/2016, untuk parameter pH seluruh unit pengolahan sudah memenuhi standar baku mutu. Sedangkan untuk parameter TSS, hingga outlet masih belum berhasil terremoval sehingga tidak memenuhi baku mutu. Banyaknya padatan yang masih belum berhasil terendapkan selama proses pengolahan, menyebabkan tingginya kandungan TSS pada air limbah [6].

Selanjutnya konsentrasi COD juga belum berhasil terremoval hingga *outlet* sehingga belum memenuhi standar baku mutu. Tingginya nilai COD memiliki arti bahwa kandungan organik dalam air tersebut masih tinggi, karena konsentrasi COD berbanding lurus dengan kandungan bahan organik yang terkandung dalam air limbah [7]. Parameter BOD beberapa kali mengalami kenaikan maupun penurunan konsentrasi, terutama pada kolam pengumpul dan kolam fakultatif. Meskipun begitu, parameter BOD dapat terremoval hingga memenuhi baku mutu. Sama seperti parameter COD, tingginya nilai BOD memiliki arti bahwa kandungan organik dalam air tersebut masih tinggi.

Untuk parameter total coliform, secara konsisten mengalami penurunan di setiap unit pengolahan. Meski demikian, hasil *effluent* pada *outlet* masih menunjukkan bahwa hasil pengolahan masih berada di atas batas baku mutu. Lalu untuk parameter ammonia dan minyak lemak, beberapa kali mengalami kenaikan dan penurunan konsentrasi, tetapi memiliki hasil pengolahan yang baik memenuhi baku mutu.

Identifikasi Sumber Kegagalan

Dari hasil analisa, wawancara, pengukuran, juga perhitungan dari data-data yang telah dihimpun, terdapat faktor-faktor yang menyebabkan unit pengolahan tidak berjalan secara optimal sehingga berisiko tidak dapat memenuhi ketetapan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 tahun 2016.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Faktor-faktor yang telah diidentifikasi akan di uji menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk memperoleh kesimpulan dari hasil identifikasi kegagalan, evaluasi efek kegagalan, dan memprioritaskan kegagalan berdasarkan efek yang dihasilkan terhadap aspek teknis sehingga akan didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan mengalikan bobot dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan. Untuk menjamin konsistensi analisis risiko, skala lima digunakan dalam seluruh penilaian *severity*, *occurrence*, juga *detection* [8].

1) Severity

Nilai severity diperoleh dari besar dampak dan masalah yang akan timbul dari potensi kegagalan pada proses produksi yang diperoleh dari hasil pengamatan [9]. Perhitungan nilai severity mempertimbangkan keadaan ideal dibandingkan dengan keadaan eksisting. Range nilai didapatkan berdasar rumus matematik sebagai berikut:

$$\text{Range nilai Severity (\%)} = \frac{\text{kondisi ideal} - \text{kondisi lingkungan}}{\text{kondisi ideal}} \times 100\%$$

Hasil dari perhitungan range nilai, akan digunakan untuk Menentukan rating dari setiap faktor risiko dengan menyesuaikan tabel penilaian *severity*.

Tabel 2 Penilaian Severity

Rating	Range Nilai	Tingkat Keseriusan Dampak
1	≤ 20%	Faktor kegagalan tidak memiliki pengaruh
2	21-40%	Faktor kegagalan berpengaruh pada hasil pengolahan
3	41-60%	Faktor kegagalan menyebabkan hilangnya performa dan berpengaruh terhadap hasil pengolahan
4	61-80%	Faktor kegagalan menyebabkan menurunnya hasil kualitas produksi yang signifikan dan melampaui standar aturan
5	≥ 81%	Faktor kegagalan menyebabkan hasil pengolahan gagal dan tidak layak

Tabel 3. Skala besaran risiko

Skala besar risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
Risiko yang ditimbulkan tidak berpengaruh pada proses selanjutnya dan hasil produksi	Risiko yang ditimbulkan dapat berpengaruh pada proses selanjutnya dan hasil produksi	Risiko yang ditimbulkan menyebabkan fungsi unit selanjutnya terganggu dan berpengaruh pada hasil produksi	Risiko yang ditimbulkan menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	Risiko yang ditimbulkan menyebabkan air limbah produksi melampaui standar baku mutu

Tabel 4. Skala kondisi lingkungan

Skala kondisi lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi ideal yang diinginkan untuk dicapai, tidak menimbulkan pengaruh pada proses selanjutnya	Kondisi membuat timbulnya risiko yang dapat berpengaruh kepada proses selanjutnya, masih pada batasan standar baku mutu	Kondisi membuat timbulnya risiko menyebabkan fungsi unit selanjutnya terganggu namun masih dalam batas standar baku mutu	Kondisi telah dibawah standar baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	Kondisi telah jauh dibawah baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi melampaui standar baku mutu

2) *Occurrence*

Nilai occurrence diperoleh dari tingkat kemungkinan suatu kegagalan terjadi selama masa pengolahan yang digambarkan dengan beberapa kali kejadian yang terjadi dalam suatu satuan waktu [10]. untuk penentuan frekuensi kegagalan dilakukan dengan mempertimbangkan banyaknya kegagalan yang terjadi pada IPLT dalam kurun waktu satu tahun.

Tabel 5. Penilaian *Occurrence*

Rating	Range Nilai	Occurrence	Tingkat Keseriusan Dampak
1	≤ 20%	Tidak pernah	Kegagalan mustahil/terkecil
2	21-40%	Jarang	Kegagalan dapat diatasi dan tidak memengaruhi proses lanjutan
3	41-60%	Cukup sering	Kegagalan memengaruhi tetapi tidak berdampak besar/signifikan pada proses lanjutan
4	61-80%	Sering	Kegagalan memengaruhi dan berdampak besar pada proses lanjutan
5	≥ 81%	Sangat sering	Kegagalan tidak dapat dihindari

3) *Detection*

Nilai detection diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* merupakan pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Penentuan nilai *detection* didasarkan pada seringnya kegagalan terjadi (*occurrence*). Apabila nilai peluang kegagalan semakin besar, maka kemampuan mendeteksi kegagalan semakin kecil, dikarenakan kegagalan akan semakin sering terjadi akibat dari kurang efektifnya metode pencegahan yang dilakukan, begitupun sebaliknya.

Tabel 6. Penilaian *Detection*

Rating	Range Nilai	Detection	Tingkat Keseriusan Dampak
1	≤ 20%	Pasti	Dapat dideteksi secara langsung
2	21-40%	Mudah	Dapat dideteksi setelah terjadi
3	41-60%	Cukup sulit	Dapat dideteksi setelah keseluruhan proses berakhir
4	61-80%	Sulit	Dibutuhkan pengecekan keseluruhan unit
5	≥ 81%	Sangat sulit	Hasil deteksi tidak dapat terpresentasi secara akurat

4) *Risk Priority Number (RPN)*

Risk Priority Number (RPN) didapatkan dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Potensial kegagalan yang dapat terjadi ditentukan berdasarkan penilaian RPN.

Tabel 7. Hasil Perhitungan RPN

Sumber	Jenis Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan
SSC	Ketinggian media filter	2	1	1	2	20
	Pengeringan lumpur tinja	1	1	2	2	20
	Pengurasan lumpur tinja	1	1	1	1	26
	Penggantian media filter (pasir dan kerikil)	1	2	2	4	15
	Penyisihan TSS	2	1	3	6	10
Kolam	Waktu pengurasan	1	1	2	2	20
Pengumpul	Waktu detensi	5	2	3	30	1
Kolam	Waktu pengurasan	1	1	2	2	20
Anaerobik	Waktu detensi	1	1	3	3	16
	Penyisihan BOD	1	2	3	6	10
	Penyisihan COD	5	2	3	30	1
	Penyisihan TSS	5	2	3	30	1
Kolam	Waktu pengurasan	1	1	2	2	20
Fakultatif	Waktu detensi	2	1	3	6	10
	Penyisihan BOD	5	2	3	30	1
	Penyisihan COD	5	2	3	30	1
	Penyisihan TSS	5	1	3	15	8
	Penyisihan Amonia	1	1	3	3	16
	Penyisihan Total coli	2	2	3	12	9
Kolam Maturasi	Waktu pengurasan	1	1	2	2	20
	Waktu detensi	2	1	3	6	10
	Penyisihan BOD	1	2	3	6	10
	Penyisihan COD	4	2	3	24	6
	Penyisihan TSS	4	2	3	24	6
	Penyisihan Amonia	1	1	3	3	16
	Penyisihan Total coli	1	1	3	3	16

Nilai RPN yang telah diketahui kemudian diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil untuk menentukan prioritas penanganan. Nilai RPN terbesar berarti jenis kegagalan berpengaruh signifikan dan memiliki risiko tinggi yang membutuhkan penanganan serta pengawasan yang tepat untuk memperbaiki kegagalan yang terjadi. Sedangkan nilai RPN terkecil berarti jenis kegagalan jarang terjadi sehingga risiko tidak berpotensi muncul, namun metode pengawasan tetap harus diberikan guna meminimalisir adanya potensi kegagalan.

Dari hasil analisis potensi kegagalan berdasarkan FMEA, didapatkan peringkat 1 – 26 kegagalan yang teridentifikasi. Ditentukan peringkat 1 - 8 prioritas kegagalan yang diutamakan dan memiliki risiko tinggi karena memiliki angka RPN terbesar dan berpotensi besar mengganggu proses pengolahan di IPLT Jabon. Sedangkan untuk peringkat 9 – 26 yang memiliki nilai RPN kecil tidak termasuk dalam titik kendali kritis karena potensi keagalannya cenderung kecil. Jenis kegagalan yang terjadi pada Tabel 6 antara lain td kolam pengumpul; penyisihan COD dan TSS kolam anaerobik; penyisihan BOD, COD, dan TSS kolam fakultatif; dan penyisihan COD dan TSS kolam maturase.

Usulan perbaikan yang dapat diajukan untuk mengatasi permasalahan di IPLT Jabon diantaranya (1) Kolam pengumpul berfungsi sebagai pengatur debit air limbah yang akan masuk ke dalam unit pengolahan selanjutnya. Kondisi ideal sesuai dengan buku Pedoman Perencanaan Teknik Terinci IPLT Kementerian PUPR Tahun 2017 yaitu < 2 jam, namun pada IPLT Jabon waktu detensi (td) kolam penampung selama 45,6 jam atau 1,9 hari, jauh dari kriteria desain. Pemantauan rutin harus dilakukan untuk menyesuaikan td.

(2) Penyisihan COD dan TSS pada kolam anaerobik, Menurut Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, Dirjen Cipta Karya, 2017, pada unit anaerobik, COD dan TSS seharusnya mampu teremoval hingga 80% - 90%, namun pada IPLT Jabon justru terjadi peningkatan konsentrasi sebesar 37%, sedangkan untuk penyisihan TSS hanya mengalami removal sebesar 7%. Tingginya konsentrasi COD dapat terjadi karena adanya kontak dengan oksigen sehingga senyawa organik tidak dapat terurai, begitu pun dengan TSS yang tidak dapat terurai dengan optimal. Perlu dilakukan pemantauan rutin untuk memastikan keadaan kolam tidak banyak berkontak dengan oksigen sehingga proses anaerobik dapat berjalan optimal.

(3) penyisihan BOD, COD, TSS, dan Total coliform pada kolam fakultatif. Parameter BOD mengalami peningkatan konsentrasi hingga 398%, dimana seharusnya pada unit fakultatif terjadi removal BOD sebesar 70% - 90% sesuai Permen PUPR No. 04/PRT/M/ 2017. Begitu pula dengan COD yang

mengalami kenaikan sebesar 18% dimana seharusnya terjadi penurunan sebesar 80% - 90%. Sedangkan untuk TSS hanya berhasil teremoval sebanyak 5%, padahal apabila mengacu pada Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, Dirjen Cipta Karya, 2017, pada unit fakultatif TSS mampu teremoval sebanyak 85% - 95%. Pengoperasian dan pemeliharaan yang baik pada kolam fakultatif sangat penting untuk mencegah kenaikan BOD, termasuk pengawasan terhadap kualitas air dan lumpur dalam kolam. Penambahan bahan aktif seperti bakteri aerob juga dapat membantu mengurai zat organik. Selain itu lapisan scum pada kolam fakultatif harus dibersihkan secara rutin karena dapat menghambat proses fotosintesis.

(4) Penyisihan COD dan TSS kolam maturase, parameter COD mengalami penyisihan sebesar 26% dari yang seharusnya bisa mencapai 65% - 85% menurut Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, Dirjen Cipta Karya, 2017. Menurut buku yang sama, parameter TSS seharusnya mampu teremoval hingga 70% - 90%, Namun Hanya berhasil teremoval sebesar 24%. Pengawasan kualitas air secara teratur dan pengukuran parameter COD dan TSS dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah terkait, pemantauan bakteri aerobik dan algae yang berperan penting pada pengolahan yang terjadi pada kolam maturase juga harus dilakukan agar unit pengolahan dapat bekerja optimal.

4. Kesimpulan

Dari keseluruhan unit IPLT Jabon, teridentifikasi kegagalan terjadi pada 4 unit yang tidak berjalan optimal, diantaranya kolam pengumpul, kolam anaerobik, kolam fakultatif, dan kolam maturase. Dan kegagalan terbesar terjadi pada kolam fakultatif.

Dari analisis FMEA, diketahui nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari setiap faktor kegagalan dengan kegagalan terbesar yang merupakan prioritas penanganan diantaranya RPN 30 waktu detensi (td) kolam pengumpul, RPN 30 penyisihan COD dan TSS kolam anaerobik, RPN 30 penyisihan BOD dan COD kolam fakultatif, RPN 24 penyisihan COD dan TSS kolam maturase, dan RPN 15 penyisihan TSS kolam fakultatif.

Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk memperkecil adanya kegagalan pengolahan lumpur tinja di IPLT Jabon diantaranya melakukan pemantauan rutin pada setiap unit pengolahan, dimana seluruh kolam mengalami risiko kegagalan. Penambahan bahan aktif seperti bakteri aerobik pada kolam fakultatif juga kolam maturase untuk mempercepat penguraian bahan organik sehingga penyisihan parameter pencemar menjadi lebih optimal. Pembersihan scum pada unit fakultatif juga perlu dilakukan secara rutin agar proses fotosintesis dapat berjalan optimal dan meningkatkan efektivitas penyisihan parameter pencemar.

5. Referensi

- [1] Metcalf and Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5th Edition, New York: McGraw-Hill Inc., 2014.
- [2] O. Purwatiningrum, "Gambaran Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal di Kelurahan Simikerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya," *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 10(82), pp. 243-253, 2018.
- [3] G. Dian and W. Herumurti, "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih, Surabaya," *JURNAL TEKNIK ITS*, 5(1), pp. D13-D18, 2016.
- [4] N. B. Puspitasari and A. Martanto, "Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus TP Asaputex Jaya Tegal)," *J@TI Undip*, Vol IX, No 2, pp. 93-98, 2014.
- [5] Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis*, United States of America: ASQC, 1995.
- [6] Y. Tyas, "Kajian Risiko Proses dalam Pengolahan Air Limbah Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih Surabaya)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019, 2019.
- [7] S. Sudarmadji and A. E. T. Akbar, "Effectiveness of liquid waste treatment system and complaints on health officer WWTP at Dr. M Soewandhie Hospital Surabaya," *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, Vols. 2 no. 1, p. 3794, 2013.
- [8] N. Fitrianti, "Analisis Penurunan Kualitas Air Produksi Instalansi Air Minum (IPAM) X dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [9] C. S. Carlson, *Effective FMEAs - Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes using Failure Mode and Effect Analysis*, Wiley, 2012.

-
- [10] S. I. Mawangi and A. Moesriati, "Kajian Risiko Proses Pengolahan Lumpur Tinja Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kota Batu)," *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 10, No. 2*, pp. 176-182, 2021.
- [11] Direktorat Jenderak Cipta Karya, *Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017.
- [12] Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat Republik Indonesia, *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*, Jakarta, 2017.
- [13] I. Maulana, "Identifikasi Dampak Lingkungan pada Proses Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Jabon dengan Metode Life Cycle Analysis (LCA)," Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 2022.
- [14] Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK-SETJEN/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (Issue 1323).*, Jakarta, 2016.
- [15] N. C. Putri, "Study of Faecal Sludge Treatment Plant Implementation in Indonesia," 2015.