

Identifikasi Potensi Risiko Lingkungan pada Unit Pengolahan Limbah Cair PT XYZ

Nurul Hardianti^{*1)}, Retno Wulan Damayanti^{*2)}

^{1,2)}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia
Email: nurulhardi88@gmail.com, rwd@ft.uns.ac.id

ABSTRAK

Jumlah pabrik di Indonesia semakin lama semakin meningkat. Salah satu dampak negatifnya adalah pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah. Untuk mengantisipasi hal tersebut, PT XYZ melakukan proses pengolahan limbah cair yang terotomasi dengan bantuan mesin. Meskipun begitu, proses pengolahan limbah tersebut juga memiliki potensi pencemaran lingkungan apabila tidak dilakukan sesuai standar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi-potensi risiko lingkungan yang dapat muncul pada proses pengolahan limbah cair di PT XYZ. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi penyebabnya dan merumuskan alternatif pencegahan potensi risikonya. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi risiko lingkungan, dan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi penyebab potensi risiko tersebut. Berdasarkan analisis, risiko yang berpotensi paling besar dampaknya adalah menurunnya kualitas *effluent*. Upaya pencegahan dalam waktu dekat yang dapat dilakukan adalah membuat jadwal pengaliran limbah cair ke *Waste Water Treatment Plant*, melakukan sidak terhadap operator serta membuat kebijakan kalibrasi dan *maintenance* alat.

Kata kunci: FMEA, limbah cair, RCA, risiko lingkungan

1. Pendahuluan

Seiring berjalannya waktu, pertumbuhan populasi manusia semakin besar. Pertumbuhan populasi yang semakin besar ini membuat kebutuhan hidup sehari-hari juga semakin meningkat sehingga jumlah industri yang bermunculan juga semakin meningkat. Seiring dengan meningkatnya jumlah industri, potensi pencemaran dan kerusakan terhadap lingkungan juga semakin besar. Apabila terus dibiarkan dan tidak dilakukan penanganan apapun, maka akan menyebabkan gangguan pada keseimbangan ekosistem yang ada di sekitar industri tersebut.

Upaya penanganan ini memerlukan langkah dan tindakan yang mendasar dan prinsip yang dimulai dari tahap perencanaan, guna mencegah kerugian yang besar bagi perusahaan (Tarwaka dkk, 2004). Saat ini telah banyak peraturan-peraturan pemerintah yang mengatur masalah pencemaran lingkungan akibat aktivitas industri. Salah satunya adalah UU No 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan oleh setiap perusahaan dalam melakukan aktivitas usahanya dan adanya konsekuensi yang harus ditanggung jika mencemari lingkungan. (Simamora & Kurniati, 2007)

PT XYZ merupakan perusahaan salah satu perusahaan yang memproduksi susu di Indonesia. Limbah PT XYZ yang dibuang ke lingkungan merupakan limbah cair. PT XYZ telah menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan (SML) ISO 14001 semenjak tahun 2000 dan dilakukan pembaharuan pada tahun 2015. Salah satu upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan oleh PT XYZ adalah dengan mendirikan divisi khusus pengolahan limbah cair yang biasa disebut dengan *Waste Water Treatment Plant* (WWTP). Limbah cair adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi (Gintings, 2005 dalam Safitri 2009).

Proses pengolahan limbah cair ini dimulai dengan penampungan *influent* (limbah cair yang akan diolah) di bak T100 dari bagian *Storage Wide Body*, *Drain Process*, *Quality Assurance* (QA) serta *laundry*, kemudian dilakukan proses homogenisasi limbah cair agar fluktuasi beban

organik dapat diminimalkan. Proses homogenisasi ini dilakukan di tangki T200 dengan menggunakan bantuan *surface mixer* yang terletak ditengah-tengah tangki. Kemudian dilakukan penambahan bahan-bahan kimia pada limbah cair yang telah dicampur di bak T300, seperti penambahan NaOH atau HCl guna mengatur PH limbah cair pada kisaran 5,25 serta penambahan koagulan untuk membentuk gumpalan lemak (mikroflo) dan penambahan flokulan untuk menggumpalkan mikroflo yang telah terbentuk menjadi flok (gumpalan lemak yang lebih besar). Bahan-bahan kimia ini sebelumnya diencerkan di bagian *chemical dozing* agar proses pencampuran dapat merata.

Setelah itu dilakukan proses pemisahan antara flok dan *liquid* di bak T400 dengan menggunakan bantuan *aeration flotation* untuk mengangkat flok ke permukaan dan *scraper* untuk mengeruk flok tersebut. Lalu flok akan dialirkan ke tangki T800 untuk dilakukan proses penguraian bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerob dan kemudian dilakukan sedimentasi lumpur di tangki T900. Sedangkan *liquid* dari T400 dialirkan ke UASB untuk dilakukan proses penguraian bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerobik. Kemudian hasil dari pengolahan di T900 dan UASB dialirkan ke T500 untuk dilakukan proses penguraian dengan bantuan mikroorganisme aerobik. Proses penguraian ini membutuhkan udara sebagai perantara sehingga digunakan *surface mixer* yang berada di tengah bak T500 untuk menyuplai udara tersebut. Setelah itu, limbah cair akan disedimentasi di T600 guna memisahkan busa dan lumpur hasil penguraian aerobik dengan *liquid*. Kemudian dilakukan proses pengujian kualitas air limbah dan penangkapan busa yang masih lolos di bak T700 sebelum dibuang ke sungai.

PT XYZ telah memiliki standar Baku Mutu kualitas *effluent* yang dapat dilihat pada Tabel 1. Kualitas *effluent* setiap harinya dikaji berdasarkan 3 parameter yaitu PH, *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Suspended Solid* (SS).

Tabel 1. Baku Mutu Kualitas *Effluent*

NO	PARAMETER	BATAS MAKSIMUM	RATA-RATA HARIAN	SATUAN
1	COD	100	65	mg/L
2	TSS	50	29	mg/L
3	PH	6,00-9,00	8	

Pada Maret 2016, diketahui ada beberapa parameter kualitas *effluent* yang melebihi rata-rata harian. Data kualitas *effluent* pada Maret 2016 dapat dilihat pada Tabel 2. Kualitas *effluent* yang telah melebihi rata-rata harian tersebut dapat berpotensi untuk keluar dari baku mutu apabila terjadi kesalahan dalam pengolahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi risiko yang berpotensi terjadi pada proses pengolahan limbah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Kualitas *Effluent*

No	Tanggal	Debit	PH	Suhu	COD	Suspended Solids (SS)
		m3/day		°C	mg/L	mg/L
1	01-Mar-16	217	8.07	27	35	14
2	02-Mar-16	285	7.63	26	60	33
3	03-Mar-16	100	7.84	29	81	24
4	04-Mar-16	79	7.75	26	75	24
5	05-Mar-16	107	8.01	26	86	20
6	06-Mar-16	194	7.93	28	86	21
7	07-Mar-16	115	8.25	33	35	21
8	08-Mar-16	113	7.71	31	77	31
9	09-Mar-16	193	8.01	28	65	29
10	10-Mar-16	67	7.73	25	61	27
11	11-Mar-16	161	7.96	26	62	32
12	12-Mar-16	150	7.94	26	58	21
13	13-Mar-16	154	8.28	26	64	33
14	14-Mar-16	184	8.01	26	45	27
15	15-Mar-16	145	8.27	26	88	26
16	16-Mar-16	254	8.29	33	91	22
17	17-Mar-16	74	8.25	26	79	38

Tabel 2. Rekapitulasi Kualitas *Effluent* (Lanjutan)

No	Tanggal	Debit	PH	Suhu	COD	Suspended Solids (SS)
		m3/day		°C	mg/L	mg/L
18	18-Mar-16	108	8.36	26	12	19
19	19-Mar-16	111	8.37	26	78	34
20	20-Mar-16	92	8.28	26	82	31
21	21-Mar-16	49	8.26	26	84	43
22	22-Mar-16	66	8.33	22	40	24
23	23-Mar-16	134	8.24	26	75	36
24	24-Mar-16	170	8.26	26	63	33
25	25-Mar-16	194	8.11	29	69	31
26	26-Mar-16	117	8.17	26	67	29
27	27-Mar-16	138	8.21	27	71	33
28	28-Mar-16	186	8.4	25	43	43
29	29-Mar-16	115	8.19	34	65	31
30	30-Mar-16	138	8.29	24	75	32
31	31-Mar-16	155	8.23	26	67	30

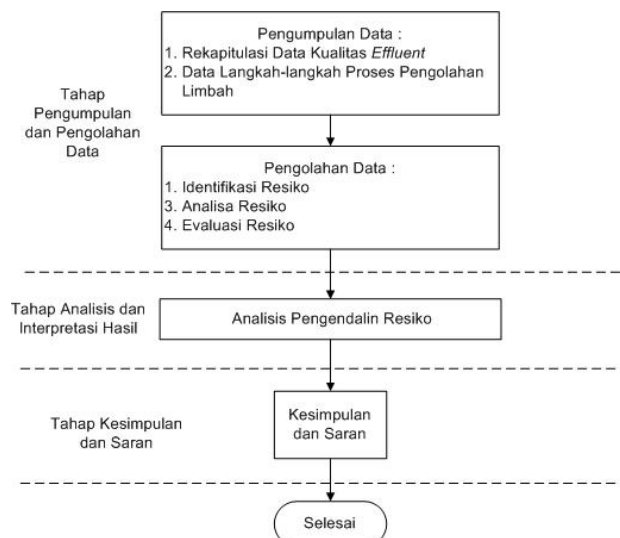
Sumber : PT XYZ

Pada proses identifikasi potensi risiko, dilakukan pula penilaian terhadap masing-masing potensi risiko agar dapat diketahui tingkatan risiko untuk dilakukan pengendalian. Pengendalian potensi risiko bertujuan untuk mencegah atau menghindari terjadinya risiko akibat kegagalan fungsi dalam aktivitas pengolahan limbah. Selain itu, pengendalian potensi risiko juga akan menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman dan nyaman (Tarwaka dkk, 2004).

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi risiko lingkungan pada proses pengolahan limbah cair di PT XYZ agar dapat diidentifikasi penyebab potensi risiko tersebut. Setelah diketahui penyebab terjadinya potensi risiko lingkungan tersebut, nantinya dapat dilakukan pencegahan terjadinya potensi risiko lingkungan yang paling berbahaya. Sehingga diharapkan limbah cair yang dibuang ke lingkungan akan sesuai dengan baku mutu yang ada dan tidak mengganggu keseimbangan lingkungan.

2. Metode

Pada penelitian ini metode yang digunakan dua metode yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Root Cause Analysis* (RCA). Setelah didapatkan suatu rumusan masalah berkaitan dengan kondisi yang ada, maka dilakukan beberapa tahapan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan hasil dari observasi lapangan, wawancara kepada *supervisor* dan operator WWTP serta data sekunder berupa rekapitulasi hasil pengujian kualitas *effluent* bulan Maret 2016 dan data proses pengolahan limbah cair. Data proses pengolahan limbah cair digunakan untuk melakukan proses manajemen risiko. Proses manajemen risiko diawali dari proses identifikasi risiko, analisis risiko dan evaluasi risiko (Kasam, 2011).

Identifikasi potensi risiko dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu identifikasi proses pengolahan limbah cair, identifikasi kegagalan fungsi dan identifikasi potensi efek kegagalan. Analisis potensi risiko lingkungan merupakan kegiatan memperkirakan kemungkinan munculnya suatu risiko dari suatu kegiatan dan menentukan dampak dari kegiatan/peristiwa tersebut (Idris, 2003). Dalam analisis potensi risiko ini dilakukan proses penilaian untuk mengetahui tingkat keparahan masing-masing potensi risiko yang ada. Proses identifikasi dan analisis potensi risiko ini dilakukan dengan menggunakan metode FMEA. FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan (Amperajaya & Daryanto, 2007).

Evaluasi potensi risiko dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu pengelompokan potensi risiko, penilaian ulang potensi risiko dan identifikasi akar penyebab potensi risiko. Pengelompokan potensi risiko dilakukan untuk menggabungkan potensi risiko berdasarkan efek kegagalan yang sama, penilaian ulang potensi risiko disesuaikan dengan pengelompokan potensi risiko yang baru serta identifikasi akar penyebab dilakukan dengan metode RCA. RCA adalah proses desain yang digunakan untuk menginvestigasi dan mengkategorikan akar penyebab dari sebuah peristiwa yang berhubungan dengan keselamatan, lingkungan, kualitas, keandalan, dan impak dari produksi (Amperajaya & Daryanto, 2007). Identifikasi akar penyebab dengan RCA dilakukan dengan menarik semua faktor penyebab terjadinya suatu potensi risiko hingga pada akarnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses identifikasi dan analisis potensi risiko dilakukan dengan FMEA. Identifikasi dan analisis potensi risiko dilakukan pada setiap unit proses pengolahan limbah cair mulai dari proses pencampuran limbah cair hingga *effluent* dibuang ke lingkungan. Identifikasi dan analisis potensi risiko tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Dalam proses analisis ini dilakukan penilaian dengan menggunakan 3 parameter yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D). *Severity* menunjukkan tingkat keparahan,

Occurrence menunjukkan tingkat keseringan terjadi dan *Detection* menunjukkan tingkat kemudahan potensi risiko dideteksi. Penilaian ini menggunakan tingkatan nilai 1-10, dimana apabila nilai semakin besar maka tingkat keparahan semakin besar, tingkat keseringan terjadinya potensi risiko semakin besar dan tingkat kemudahan potensi risiko terdeteksi semakin rendah. Kemudian menentukan potensi risiko yang paling berbahaya dengan mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan cara mengalikan nilai *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*.

Tabel 3. Identifikasi dan Analisis Potensi Risiko

No	Unit	Function	Function Failure	S	Potential Failure Mode	O	D	Potential effect of failure	Risk	RPN
1	T100	Menampung dan Menyimpan limbah yang baru masuk	Tidak mampu menampung air limbah	2	Pompa <i>submersible</i> dan sensor pembaca level untuk mengalirkan limbah cair kondisinya kurang optimal, karena jarang digunakan	2	1	Volume limbah di T-100 penuh	Limbah meluber	4
			Tidak mampu menjaga kualitas limbah yang disimpan	6	Blower tidak mampu menambah <i>Dissolved oxygen</i> (DO) dalam air limbah	3	4	Limbah basi	Timbul bau asam	72
2	T200	Homogenisasi air limbah	Homogenisasi kurang merata	5	Letak <i>mixer</i> tidak bisa <i>fix</i> selalu ditengah	6	8	Limbah kurang homogen	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	240
				6	PH dan temperatur air limbah tinggi	2	2	Timbul buih	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	24
3	T300	Reaksi penambahan bahan kimia	Proses reaksi kurang maksimal	5	Sensor PH kurang peka	7	8	Penambahan acid atau basa kurang tepat sehingga Mikroorganisme mati	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	280
				4	Jumlah debit limbah yang diolah berubah-ubah	5	7	Reaksi penambahan bahan kimia kurang merata	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	140
4	T400	Pemisah antara flok dan <i>liquid</i>	Tidak dapat memisahkan flok dan <i>liquid</i>	3	Pompa <i>dozing</i> flokulan tersumbat (Nalco 8173 dan 7135)	2	5	Flok menggumpal kecil-kecil	Air limbah keruh	30
				4	Penambahan Nalco besarnya selalu sama meski dalam kadar TSS yang berubah-ubah	6	4	Flok terbawa oleh <i>liquid</i>	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	96
5	T800	Menguraikan flok limbah dari zat-zat organik secara anaerob	Mikroorganisme tidak dapat menguraikan zat organik	6	Kurang nutrisi FeCl ₃	3	3	Mikroorganisme mati	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	54
				3	Tidak ada absorber pada tangki ini	3	4	Bau tidak sedap langsung keluar ke lingkungan	Timbul bau tidak sedap	36
6	T900	Sedimentasi atau pengendapan lumpur anaerob	Lumpur hasil endapan terlalu banyak	4	Pompa penyedot lumpur aktif yang <i>direct</i> ke T800 hanya menyala 5 menit sekali	1	5	Lumpur banyak yang terbawa oleh <i>liquid</i>	Air limbah keruh	20
7	UASB	Menguraikan <i>liquid</i> limbah dari zat-zat organik secara anaerob	Mikroorganisme tidak dapat menguraikan zat organik	5	PH terlalu tinggi atau terlalu rendah	4	4	Mikroorganisme mati	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	80
				3	Jumlah limbah yang berlebih pada tangki reaksi menyebabkan tangki tidak cukup menampung air hasil olahan dan gas	6	6	Kebocoran gas metan	Gas metan keluar langsung ke lingkungan	108
8	T500	Menguraikan zat organik yang tersisa dengan mikroorganisme aerob	Penguraian tidak berlangsung maksimal	5	Surfacer yang digunakan hanya berada dibagian tengah bak, sehingga timbul <i>dead zone</i> disetiap pojok bak	5	2	Supply oksigen kurang sehingga Bakteri mati	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	50
9	T600	Sedimentasi lumpur dan pemisahan busa	Liquid tidak terpisahkan dengan busa	6	Waktu pembersihan Busa di bak sedimentasi fleksibel atau belum pasti	6	6	Busa terbawa dengan <i>liquid</i>	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	216

10	T700	Menguji kelayakan air limbah sebelum dibuang dan menangkap busa	Air limbah yang akan dibuang berbahaya bagi lingkungan	6	Terdapat kesalahan analisa saat pengujian	4	3	Hasil pengujian kualitas air limbah tidak akurat	Penurunan kualitas air limbah	72
				7	Timbulnya busa didalam bak control	6	7	Busa terbawa oleh effluent	Kualitas air limbah effluent menurun (COD dan SS tinggi)	252
11	Degester	Menampung kelebihan lumpur aktif dari T500	Tidak mampu menampung kelebihan lumpur aktif	3	Overflow ke T900 sering terhambat karena tekanan T800 ke T900 lebih besar	6	6	Lumpur aktif tidak dapat dialirkan ke T900	Tangki meluber	108
12	Chemical Dosing	Membuat larutan kimia untuk bereaksi dengan limbah	Proses pembuatan tidak terkontrol	3	Pengenceran bahan kimia ditinggal oleh operator	4	6	Bahan kimia meluber ke bawah bak	Daerah bawah bak tercemar	72

Dari FMEA di atas, potensi risiko yang teridentifikasi antara lain limbah cair meluber, timbul bau asam, kualitas limbah *effluent* menurun (COD dan TSS tinggi), air limbah keruh, timbul bau tidak sedap, gas metan keluar langsung ke lingkungan, penurunan kualitas air limbah serta daerah bawah bak tercemar. Teridentifikasinya beberapa potensi risiko tersebut, dimana ada risiko yang sama dengan risiko yang lain maka dapat disederhanakan menjadi empat risiko sebagai berikut:

- Limbah cair meluber
- Kualitas *effluent* menurun (penyederhanaan dari potensi risiko kualitas limbah *effluent* menurun (COD dan TSS tinggi), air limbah keruh dan penurunan kualitas air limbah)
- Polusi udara (penyederhanaan dari risiko timbul bau asam, timbul bau tidak sedap dan gas metan keluar langsung ke lingkungan)
- Lingkungan bak kimia tercemar

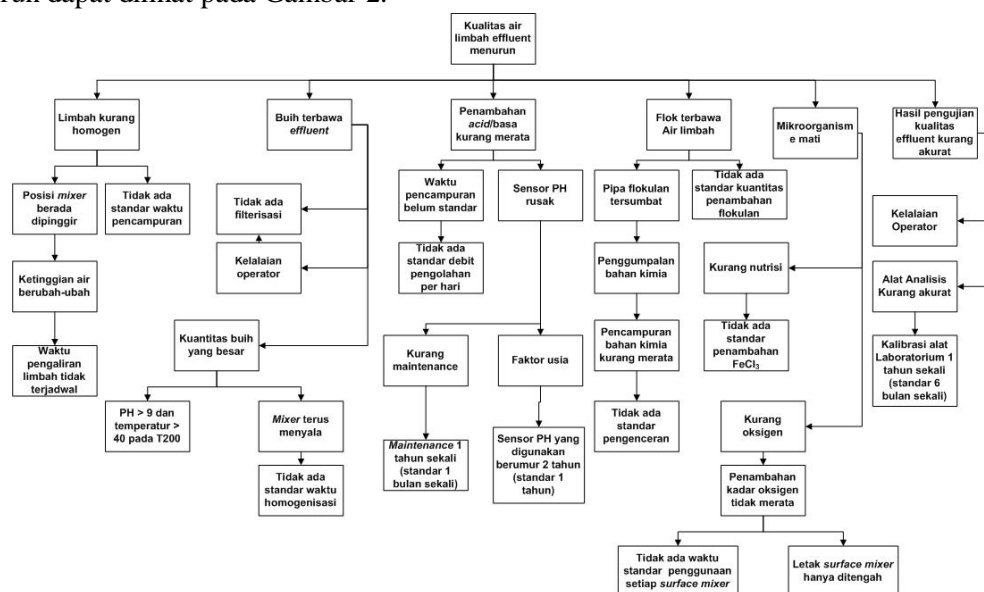
Setelah itu, dilakukan penilaian potensi risiko kembali berdasarkan pengelompokan potensi risiko yang telah dilakukan dimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Identifikasi dan Analisis Potensi Risiko Setelah Pengelompokan

No	Unit	Function	Function Failure	S	Potential Failure Mode	O	D	Potential effect of failure	Risk	RPN
1	T100	Menampung dan Menyimpan limbah yang baru masuk	Tidak mampu menampung air limbah	3	Pompa <i>submersible</i> dan sensor pembaca level untuk mengalirkan limbah cair kondisinya kurang optimal, karena jarang digunakan	6	2	Volume limbah di T-100 penuh	Limbah meluber	36
	Degester	Menampung kelebihan lumpur aktif dari T500	Tidak mampu menampung kelebihan lumpur aktif		Overflow ke T900 sering terhambat karena tekanan T800 ke T900 lebih besar			Lumpur aktif tidak dapat dialirkan ke T900		
2	T200	Homogenisasi air limbah	Homogenisasi kurang merata	7	Letak mixer tidak bisa fix selalu ditengah	8	4	Limbah kurang homogen	Kualitas <i>effluent</i> menurun (COD dan TSS tinggi)	224
					PH dan temperature air limbah tinggi			Timbul buih		
	T300	Reaksi penambahan bahan kimia	Proses reaksi kurang maksimal		Sensor PH kurang peka			Penambahan acid atau basa kurang tepat sehingga Mikroorganisme mati		
					Jumlah debit limbah yang diolah berubah-ubah			Reaksi penambahan bahan kimia kurang merata		
	T400	Pemisah antara flok dan liquid	Tidak dapat memisahkan flok dan liquid		Pompa dosing flokulan tersumbat (Nalco 8173 dan 7135)			Flok menggumpal kecil-kecil		
			Penambahan Nalco besarnya selalu sama meski dalam kadar TSS yang berubah-ubah	Flok terbawa oleh liquid						
	T800	Menguraikan flok limbah dari zat-zat organik secara anaerob	Mikroorganisme tidak dapat menguraikan zat organik		Kurang nutrisi FeCl3			Mikroorganisme mati		

	T900	Sedimentasi atau pengendapan lumpur anaerob	Lumpur hasil endapan terlalu banyak		Pompa penyedot lumpur aktif yang direcycl ke T800 hanya menyala 5 menit sekali		Lumpur banyak yang terbawa oleh liquid			
	UASB	Menguraikan liquid limbah dari zat-zat organik secara anaerob	Mikroorganisme tidak dapat menguraikan zat organik		Kurang nutrisi		Mikroorganisme mati			
	T500	Menguraikan zat organik yang tersisa dengan mikroorganisme aerob	Penguraian tidak berlangsung maksimal		Surfacer yang digunakan hanya berada dibagian tengah bak, sehingga timbul <i>dead zone</i> disetiap pojok bak		Supply oksigen kurang sehingga Bakteri mati			
	T600	Sedimentasi lumpur dan pemisahan busa	Liquid tidak terpisahkan dengan busa		Waktu pembersihan Busa di bak sedimentasi fleksibel atau belum pasti		Busa terbawa dengan liquid			
	T700	Menguji kelayakan air limbah sebelum dibuang dan menangkap busa	Air limbah yang akan dibuang berbahaya bagi lingkungan		Terdapat kesalahan analisa saat pengujian		Hasil pengujian kualitas air limbah tidak akurat			
					Timbulnya busa didalam bak control		Busa terbawa oleh effluent			
3	T100	Menampung dan Menyimpan limbah yang baru masuk	Tidak mampu menjaga kualitas limbah yang disimpan	4	Blower tidak mampu menambah Dissolved oxygen (DO) dalam air limbah	6	5	Limbah basi	Polusi Udara	120
	T800	Menguraikan flok limbah dari zat-zat organik secara anaerob	Terlalu banyak mikroorganisme yang melakukan penguraian		Tidak ada absorber pada tangki ini		Bau tidak sedap langsung keluar ke lingkungan			
	UASB	Menguraikan liquid limbah dari zat-zat organik secara anaerob	Limbah yang diuraikan banyak		Jumlah limbah yang berlebih pada tangki reaksi menyebabkan tangki tidak cukup menampung air hasil olahan dan gas		Kebocoran gas metan			
4	Chemical Dosing	Membuat larutan kimia untuk bereaksi dengan limbah	Proses pembuatan tidak terkontrol	3	Pengenceran bahan kimia ditinggal oleh operator	4	6	Bahan kimia meluber ke bawah bak	Daerah bawah bak tercemar	72

Berdasarkan nilai RPN pada FMEA, diatas dapat diketahui bahwa potensi risiko kualitas *effluent* menurun merupakan potensi risiko berbahaya, sehingga kemudian dilakukan identifikasi penyebab terjadinya potensi risiko tersebut dengan menggunakan metode RCA. Proses pembuatan RCA ini dilakukan dengan mengidentifikasi penyebab potensi risiko ditarik hingga ke akar penyebab (hingga tidak ada penyebab lain yang mendasari penyebab tersebut). Apabila terdapat akar penyebab yang mirip, maka dilakukan pengelompokan menjadi 1 kelompok agar mempermudah proses penentuan alternatif pengendalian potensi risiko. RCA kualitas *effluent* menurun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. RCA Kualitas *Effluent* Menurun

Berdasarkan RCA tersebut dapat diketahui *root cause*-nya sehingga menghasilkan 9 akar penyebab yaitu :

a. Waktu Pengaliran Limbah Tidak Terjadwal

Waktu pengaliran limbah yang dimaksud adalah waktu pengaliran limbah cair dari bagian *Storage Wide Body, Drain process, Laundry* dan Laboratorium *Quality Assurance* ke bagian WWTP. Tidak adanya jadwal pengaliran limbah, mengakibatkan pemantauan ketinggian limbah pada bak T200 juga kurang maksimal. Dengan begitu dapat dilakukan upaya pengendalian potensi risiko dengan membuat jadwal pengaliran limbah ke bagian WWTP sehingga pemeriksaan ketinggian limbah cair pada T200 terjadwal pada jam-jam tertentu dan operator dapat menyesuaikan posisi *mixer* agar selalu berada di tengah bak T200.

b. Tidak Ada Standar

Tidak adanya standar waktu pencampuran limbah cair pada T200 akan menyebabkan pencampuran kurang merata atau bahkan terlalu lama sehingga menghabiskan banyak biaya dan bisa menimbulkan buih apabila *mixer* dinyalakan terus-menerus. Tidak adanya standar debit pengolahan limbah setiap harinya berpengaruh terhadap proses pencampuran bahan-bahan kimia di bak T300 karena proses pengaliran di T300 ini menggunakan gaya gravitasi bumi, sehingga apabila debit pengolahan besar maka proses pencampuran bahan kimia juga akan lebih cepat. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu membuat standar mengenai waktu pencampuran limbah cair di T200 serta membuat standar pengolahan limbah cair setiap harinya. Pembuatan standar ini perlu mempertimbangkan berbagai kemungkinan kondisi limbah cair yang akan diolah.

Akar penyebab selanjutnya, yaitu tidak adanya standar pengenceran bahan kimia dan tidak adanya standar kuantitas penambahan flokulan. Tidak adanya standar pencampuran bahan kimia untuk diencerkan dapat menimbulkan gumpalan pada pipa saluran dan penyumbatan sehingga penambahan flokulan untuk proses pemisahan padatan dan cairan tidak berjalan maksimal. Tidak adanya standar kuantitas penambahan flokulan memungkinkan mikroorganisme kekurangan nutrisi pada saat TSS *influent* limbah tinggi. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan adalah membuat standar pengenceran bahan kimia dan standar penambahan kuantitas flokulan dengan melakukan perhitungan yang rinci dan memperhatikan berbagai kemungkinan kondisi limbah cair yang diolah.

Selain itu, akar penyebab yang lain yaitu tidak ada standar tentang penggunaan *surface mixer* pada T500. *Surface mixer* pada T500 berjumlah 3 buah dan digunakan secara bergantian, namun belum ada standar atau jadwal penggunaannya, sehingga dapat menyebabkan *supply* oksigen pada T500 kurang merata. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu membuat standar jadwal penggunaan *surface mixer* di bak T500.

c. Kondisi Limbah Cair PH > 9 dan Temperatur > 40°C

Kondisi limbah yang dimaksud yaitu ketika berada pada bak T200 telah melebihi batas aman dari standar yang telah ditetapkan perusahaan. PH yang terlalu tinggi akan mengakibatkan limbah bersifat basa dan apabila temperatur tinggi serta *surface mixer* homogenisasi pada bak T200 terus menyala, maka dapat menyebabkan munculnya buih dengan kuantitas yang banyak hingga memenuhi bak T200. Limbah yang mengandung buih ini nantinya akan diolah menuju T300 sehingga menyebabkan limbah effluent akan keruh. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu membuat kebijakan untuk tidak mengalirkan limbah cair ke bagian WWTP secara langsung namun menampungnya terlebih dulu pada tangki penyimpanan masing-masing bagian untuk menurunkan suhu limbah cair. Selain itu, pihak WWTP juga dapat melakukan pengenceran pada limbah *influent* tersebut untuk menurunkan PH dan temperaturnya.

d. Tidak Ada Filterisasi

Tidak adanya filterisasi pada bak T700 mengakibatkan limbah cair yang terbuang ke lingkungan akan keruh yang dibuktikan dari beberapa TSS *effluent* yang tinggi hampir mendekati baku mutu. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat filterisasi buih pada bak T700 sehingga buih tidak akan lolos ke badan sungai.

e. Kelalaian Operator

Kelalaian operator dalam faktor buih terbawa *effluent* ini terjadi pada bak T600 dan T700. Dalam kedua bak ini terdapat banyak buih yang dihasilkan dari proses penguraian aerobik pada bak T500 dan apabila tidak dibersihkan akan mempengaruhi kualitas *effluent*. Kelalaian operator dalam faktor hasil pengujian kualitas *effluent* kurang akurat terjadi pada bagian laboratorium WWTP pada saat melakukan pengujian kualitas *effluent* setiap harinya. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu supervisor melakukan sidak dadakan dan pengawasan secara langsung terhadap kinerja operator sehingga dapat mencegah operator lalai dalam mengerjakan tugas. Selain itu, dapat pula dibuat sanksi tertentu apabila ada operator yang tidak bekerja sesuai kewajibannya.

f. Maintenance 1 Tahun 1 Kali

Maintenance 1 tahun 1 kali ini terjadi pada alat sensor PH yang berada pada tangki T300 yang dilakukan oleh pihak vendor eksternal perusahaan dimana tidak sesuai dengan standar *maintenance* umumnya yang dilaksanakan 1 bulan sekali. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu membuat kebijakan untuk melakukan *maintenance* alat setiap 1 bulan sekali agar dapat memaksimalkan kemampuan dari alat tersebut. Jika *maintenance* setiap bulan tidak memungkinkan karena penyewaan jasa vendor hanya 1 tahun sekali, maka *maintenance* 1 bulan sekali dapat dilakukan oleh pihak internal perusahaan (bagian *maintenance*).

g. Sensor PH yang Digunakan Melebihi Batas Umur Ekonomis

Sensor PH yang dimaksud yaitu berada pada tangki T300 dimana umur ekonomis sensor 1 tahun, namun dalam realisasinya digunakan hingga 2 tahun. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu membuat kebijakan pendataan kondisi setiap alat setiap bulannya, apakah masih layak atau tidak, serta apakah masih berfungsi secara normal atau sudah tidak akurat. Hal ini perlu dilakukan untuk mencegah penggunaan alat yang sudah rusak.

h. Posisi Surface Mixer Hanya di Tengah Bak

Posisi *surface mixer* yang hanya berada ditengah pada bak T500 dapat menyebabkan *supply* oksigen kurang merata. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu memasang 1 buah *blower* pada masing-masing sudut bak T500 untuk menambahkan *supply* oksigen dan merata ke seluruh bak.

i. Kalibrasi Alat 1 Tahun 1 Kali

Kalibrasi alat yang dimaksud adalah alat-alat pengujian yang berada pada laboratorium WWTP. Proses kalibrasi alat standarnya dilakukan 6 bulan sekali, namun realisasinya kalibrasi dilakukan 1 tahun 1 kali dimana bersamaan dengan *maintenance* alat pengolahan limbah yang lain. Hal ini menyebabkan proses pengujian kurang akurat. Upaya pengendalian potensi risiko yang dapat dilakukan yaitu manajemen membuat kebijakan untuk melakukan kalibrasi alat setiap 6 bulan sekali agar dapat memaksimalkan kemampuan dari alat tersebut. Proses kalibrasi ini juga dapat dilakukan oleh pihak internal pabrik (bagian *maintenance*).

4. Simpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa:

- a. Potensi risiko terhadap lingkungan yang teridentifikasi pada proses pengolahan limbah cair adalah limbah cair meluber, kualitas *effluent* menurun, polusi udara serta pencemaran di sekitar tangki bahan kimia.
- b. Potensi risiko yang memiliki tingkat keparahan paling besar adalah menurunnya kualitas *effluent*. Potensi risiko ini disebabkan oleh waktu pengaliran limbah tidak terjadwal, tidak ada standar waktu penghomogenisasian air limbah, cara mencampurkan bahan kimia, debit pengolahan limbah setiap hari, waktu penggunaan *mixer* di T500 serta kadar penambahan flokulan dan FeCl₃, kondisi limbah cair PH>9 dan temperatur>40°C, tidak ada filterisasi di T700, kelalaian operator, *maintenance* 1 tahun 1 kali, sensor PH melebihi batas umur ekonomis, posisi *surface mixer* hanya di tengah bak serta kalibrasi alat 1 tahun 1 kali.
- c. Alternatif pencegahan potensi risiko lingkungan yang dapat dilakukan dalam waktu dekat oleh pihak internal perusahaan diantaranya:
 1. Membuat jadwal pengaliran limbah cair ke bagian WWTP
 2. Membuat kebijakan limbah tidak langsung dialirkan ke bagian WWTP melainkan ditampung terlebih dahulu di bagian masing-masing
 3. Melakukan sidak dan pengawasan secara langsung terhadap kinerja operator WWTP
 4. Membuat kebijakan *maintenance* alat setiap 1 bulan sekali serta membuat kebijakan kalibrasi alat setiap 6 bulan sekali.

Sedangkan pengendalian potensi risiko yang tidak dapat direalisasikan dalam waktu dekat diantaranya membuat standar (waktu penghomogenisasian air limbah, cara mencampurkan bahan kimia, debit pengolahan limbah setiap hari, waktu penggunaan *mixer* di T500 serta kadar penambahan flokulan dan FeCl₃), membuat filterisasi buih di T700 serta memasang 1 buah *blower* pada masing-masing sudut bak T500. Upaya-upaya pengendalian tersebut tidak dapat direalisasikan dalam waktu dekat karena membutuhkan banyak persiapan, seperti dalam pembuatan standar harus memperhatikan berbagai kemungkinan kondisi limbah saat diolah serta pembuatan filterisasi di T700 dan *blower* di T500 memerlukan proses perancangan dan desain alat yang sesuai dengan kebutuhan. Selain itu proses perealisasi upaya pengendalian tersebut memerlukan bantuan pihak luar (*vendor*).

Daftar Pustaka

- Amperajaya, M. D. & Daryanto. (2007). Identifikasi Penyebab Cacat Pulley Pada Proses Pengecoran di PT Himalaya Nabeya Indonesia Dengan Metode FMEA & RCA. *Jurnal Inovisi*, No. 6. Volume 1. <http://ejurnal.esaunggul.ac.id/index.php/inovisi/article/view/850/781>, Diunduh pada 10 April 2016.
- Idris, Y.Z. (2003). Analisa Resiko Limbah Industri Tapioka di Sungai Tulang Bawang. *Program Pascasarjana*. Program Studi Magister Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Kasam. (2011). Analisis Resiko Lingkungan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah (Studi Kasus: TPA Piyungan Bantul). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol. 3, No 1, pp. 019-030.
- Safitri, Silvana. (2009). Perencanaan Sistem Pembuangan Limbah Cair Industri. *Jurnal Fakultas Kedokteran*, Universitas Indonesia. No 2. Volume 2.
- Simamora, Y. & Nani, K. (2007). Analisis Risiko Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pt Ajinomoto Berdasarkan Konsep Manajemen Risiko Lingkungan. *Jurnal Jurusan Teknk Industri*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tarwaka, Bakri, S. & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktifitas. Surakarta: UNIBA PRESS.