

Analisis Pengendalian Kualitas Limbah Cair Pabrik Susu Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Dhaha Yudha Bintara*, Uly Amrina

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jl. Raya Kranggan No. 6, Jatisampurna, Bekasi

*Email korespondensi: dhahayudhab16@gmail.com

Abstrak

Pengolahan limbah cair merupakan proses yang sangat penting untuk menjaga kelestarian lingkungan. Salah satu bentuk kualitas yang belum optimal adalah belum terkendalinya kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada industri susu, hal ini ditunjukkan dengan nilai kadar COD yang melebihi standar perusahaan sedangkan COD merupakan parameter kritis dalam mengetahui kualitas air bersih hasil pengolahan limbah pabrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah pengolahan limbah cair terkendali, kemudian menganalisis faktor-faktor penyebab nilai COD di luar standar, memberikan usulan perbaikan dan mengetahui penurunan nilai COD dari hasil perbaikan. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengujian secara langsung pada parameter COD. Selain itu, dilakukan brainstorming untuk membuat diagram fishbone dan FMEA sehingga didapatkan akar permasalahan yaitu kandungan limbah yang ekstrim dengan RPN sebesar 450. Oleh karena itu diperlukan adanya perbaikan dengan menggunakan konsep *5Why Analysis* yang kemudian didapatkan usulan membuat suatu kondisi / area untuk menetralkan atau mengurangi konsentrasi limbah keluaran produksi dengan melakukan pengecekan dan netralisasi suhu dan pH di Bak Tampungan sebelum dilakukan pengolahan pertama di pre-treatment, dan membuat jadwal pencucian mesin.

Kata kunci : Limbah, Susu, WWTP, COD, Fishbone, FMEA, *5Why Analysis*

Abstract

Water waste treatment is a very important process to preserve the environment. One form of quality that is not yet optimal is the uncontrolled levels of Chemical Oxygen Demand (COD) in the dairy industry, this is indicated by the value of COD levels that exceed company standards while COD is a critical parameter in determining the quality of clean water from factory waste treatment. This study aims to analyze whether the liquid waste treatment is controlled, then to analyze the factors that cause COD values outside of the standard, provide suggestions for improvements and determine the decrease in COD value from the results of the improvements. Data was collected by testing directly the COD parameter. In addition, brainstorming was carried out to make a fishbone diagram and FMEA so that the root of the problem was obtained, namely the extreme waste content with an RPN of 450. Therefore, it is necessary to improve using the 5Why Analysis concept which then gets a suggestion to create a condition / area to neutralize or reduce concentration production output waste by checking and neutralizing temperature and pH in the reservoir before the first treatment is carried out in the pre-treatment, and making a machine washing schedule.

Keywords: Waste, Milk, WWTP, COD, Fishbone, FMEA, *5Why Analysis*

1. Pendahuluan

Kualitas adalah suatu ukuran seberapa jauh suatu produk memenuhi persyaratan atau spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan. Konsep kualitas sering dianggap sebagai ukuran relatif kebaikan suatu produk atau jasa. Pengendalian dan pengawasan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai (Assauri, 2004). Kualitas juga merupakan salah satu indikator penting bagi perusahaan untuk dapat bertahan di tengah ketatnya persaingan dalam dunia industri. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dan peningkatan kualitas secara terus-menerus dari perusahaan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan

pelanggan (Iswanto et al., 2013).

Susu merupakan bahan pangan yang bernilai gizi tinggi, lengkap dengan sifat gizi yang mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Kandungan gizi yang terkandung didalam susu meliputi laktosa, lemak, protein, vitamin, mineral dan beberapa enzim. Kandungan nilai gizi yang tinggi pada susu menyebabkan susu menjadi media yang baik dan disukai oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembang sehingga dalam waktu yang singkat susu menjadi rusak dan tidak layak dikonsumsi. Cara yang dapat dilakukan untuk memperlambat proses kerusakan susu yaitu dengan melakukan pengawetan. Telah dikenal dua jenis pengawetan yaitu pengawetan alami dan pengawetan sintetis. Pengawetan alami adalah pengawetan yang dilakukan dengan cara yang sederhana dan menggunakan bahan yang alami pula (Nahak et al., 2014). Salah satu produk andalan PT SUSU FFI adalah Sweet Condensed Milk (SCM), atau dalam keseharian sering kita sebut susu kental manis, saat ini merupakan pemimpin pasar (*market leader*) di kelasnya. Dalam dua tahun terakhir departemen SCM telah menaikkan kapasitas produksinya dari 8 juta sachet per hari menjadi 9 juta sachet per hari untuk memenuhi permintaan pasar baik domestik maupun luar. Untuk penambahan kapasitas tersebut perusahaan menginvestasikan mesin –mesin baru untuk menambah jumlah lini produksi. Dari yang sebelumnya hanya 10 jalur pengisi, sejak tengah tahun ini menjadi 12 jalur produksi yaitu dengan penambahan dua mesin filling & packaging Sanko.

Dengan tingginya kebutuhan pasar yang membuat perusahaan berusaha untuk menambah cara agar dapat memenuhinya yang secara tidak langsung akan mempengaruhi jumlah limbah yang dihasilkan, hal ini akan dapat menyebabkan terimbangnya keseimbangan ekosistem di sekitar jika tidak dilakukan pengolahan. Sebagai contoh yang terjadi di PT SUSU FFI, dengan kebutuhan akan barang yang tinggi akan sebanding dengan limbah yang dihasilkan, namun perusahaan hanya memiliki daya tampung dan daya pengolahan limbah yang terbatas, walaupun setelah pengolahan limbah, air bersih yang dihasilkan mempunyai nilai yang bervariasi sebagai indikator kualitas pengolahan limbah yang dihasilkan. Seperti halnya nilai oksigen terlarut kimiawi atau *Chemical Oxygen Demand (COD)*, parameter ini merupakan parameter penting untuk mengetahui kualitas dari air hasil pengolahan limbah, karena apabila melebihi standar yang ditetapkan akan mempunyai dampak terhadap lingkungan dan akhirnya berakibat mengganggu ekosistem lingkungan serta dapat dikategorikan sebagai perusahaan dengan penanganan limbah yang buruk yang pada akhirnya izin perusahaan dapat dicabut.

Limbah susu pada pengenceran tertentu ditemukan menjadi racun bagi ikan dan makhluk hidup lainnya apabila tidak diolah dengan baik pada pengolahan limbahnya, oleh karena itu industri manufaktur yang khususnya bergerak pada bidang pangan, PT SUSU FFI telah berupaya untuk melakukan pengendalian limbah pabrik dengan membangun Instalasi Pengolahan Limbah Pabrik/*Waste Water Treatment Plant (WWTP)* dan juga melakukan upaya pemantauan kualitas limbah yang dikeluarkan agar tetap memenuhi syarat yang ditetapkan pemerintah. Air limbah dari industri susu siap minum seperti PT SUSU FFI sebagian besar berasal dari limbah yang dihasilkan dari aktivitas pencucian mesin proses, tangki produksi, jalur transfer susu dan mesin pengisi yang terdiri dari zat-zat organik selebihnya komponen-komponen non organik yang tidak berbahaya, namun demikian air limbah tersebut mempunyai harga zat padat tersuspensi, pH, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Biological Oxygen Demand (BOD)* yang perlu dilakukan langkah penanganan sebelum dibuang ke lingkungan sebagai effluent. Sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No 69 Tahun 2013 tentang Limbah Cair untuk Industri Susu adalah sebagai berikut:

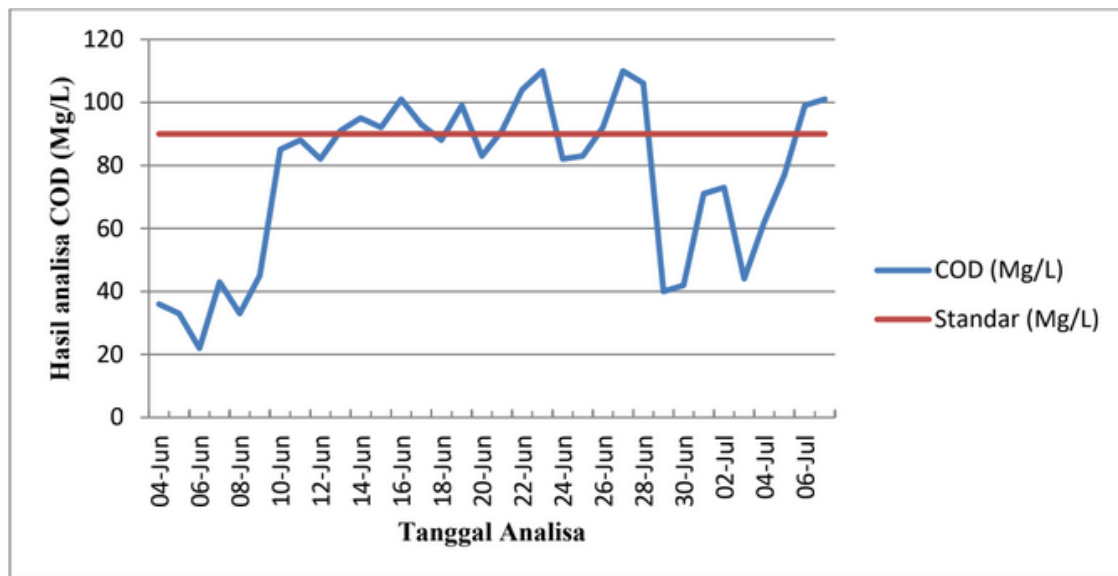
Tabel 1. Tabel Standar Limbah Cair

Parameter	Kadar Maksimum (Mg/L)
BOD (5 hari 20°C)	30.0
COD	90.0
Padatan Tersuspensi Total	25.0
pH	6-9
Zat Organik	50.0

(Sumber: Pergub DKI Jakarta, 2013)

Kurang optimalnya kualitas effluent air limbah dapat disebabkan oleh tingginya beban limbah yang akan diolah, serta akan berdampak pada penggunaan lumpur aktif yang berfungsi sebagai pengikat limbah

menjadi flok-flok besar yang akan dapat melakukan pemisahan antara air dan lumpur, namun banyaknya penggunaan lumpur aktif akan menyebabkan kenaikan cost pada proses pengolahan limbah. Lumpur aktif adalah lumpur yang berisikan mikroba yang dapat menguraikan limbah dan menurunkan nilai COD, hal yang dapat merusak lumpur aktif adalah suhu yang tinggi serta pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. pH adalah derajat keasaman suatu larutan yang memiliki nilai tertentu. Oleh karena itu penelitian difokuskan terhadap tindakan perbaikan kualitas keluaran limbah cair (effluent) pada parameter uji COD agar kualitas limbah dapat terkendali serta sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan pemerintah. Adapun hasil pengujian pertama pada pagi hari di dalam laboratorium yang memunculkan tingginya hasil analisa terhadap parameter COD dari air bersih hasil pengolahan limbah WWTP adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Hasil analisa COD

Pembuangan limbah cair dilakukan setiap hari oleh perusahaan, dikarenakan banyaknya limbah cair hasil dari pengolahan susu sehingga tanki pengolahan limbah memiliki kapasitas yang terbatas. Dalam peraturan pemerintah disebutkan batasan maksimal nilai COD dalam pembuangan limbah adalah 90 Mg/L. Jika hal ini dibiarkan, maka akan ada sanksi terhadap perusahaan dari Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. Untuk mengurangi jumlah COD di dalam tangki ditambahkan lumpur aktif yang akan menurunkan nilai COD. Jika hasil pengecekan di laboratorium melebihi standar yang ditetapkan, maka tim WWTP akan menambahkan lumpur aktif yang menyebabkan terjadinya pemborosan. Penilaian risiko penting untuk menentukan kategori risiko berdasarkan matrik risiko sebagai acuan untuk menentukan prioritas tindakan perbaikan dari prioritas risiko terbesar dengan langkah-langkah strategi mitigasi. Melakukan pengendalian kualitas limbah cair dilakukan guna mengikuti peraturan pemerintah dan ikut serta dalam melestarikan lingkungan hidup.

2. Metode

Definisi Kualitas

Kualitas suatu produk dapat memiliki peranan penting didalam perusahaan, karena dapat memiliki simbol kepercayaan yang bernilai di mata konsumen. Usaha yang telah dilakukan perusahaan untuk mencapai nama baik perusahaan itu sendiri tergantung dan kualitas produk yang telah dihasilkan. kualitas didefinisikan sebagai “kecocokan penggunaan” berarti bahwa produk atau jasa memenuhi kebutuhan pelanggan, artinya bahwa produk itu cocok dengan pengguna pelanggan yang berkaitan dengan nilai yang diterima pelanggan dan dengan kepuasan konsumen (Nastiti, 2018). Kualitas pengendalian dan pengawasan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai (Assauri, 2004).

Brainstorming

Brainstorming adalah suatu strategi atau metode pemecahan masalah kreatif yang diluncurkan oleh Alex

F. Osborn pada tahun 1953 dalam bukunya *Applied Imagination*. Metode yang menitikberatkan pada pengungkapan pendapat ini bermula dengan keinginan Osborn untuk mendorong karyawannya supaya dapat berpikir kreatif mencari solusi dari permasalahan yang ada pada perusahaannya dengan cara berdiskusi dimana setiap karyawannya bebas mengungkapkan pendapat.

Metode *Brainstorming* dikenal juga dengan metode curah pendapat atau sumbang saran. “*Brainstorming* adalah salah satu bentuk berpikir kreatif sehingga pertimbangan memberikan jalan untuk berinisiatif kreatif. Peserta didorong untuk mencurahkan semua ide yang timbul dari pikirannya dalam jangka waktu tertentu berkenaan dengan beberapa masalah, dan tidak diminta untuk menilainya selama curah pendapat berlangsung. Penilaian akan dilakukan pada periode berikutnya dimana semua ide dipilih, dievaluasi dan mungkin diterapkan”. Sejalan dengan itu “Metode *brainstorming* adalah teknik diskusi kelompok dimana anggotanya menyatakan sebanyak mungkin ide-idenya atas topik tertentu tanpa hambatan dan pertimbangan aplikasi praktisnya. Spontanitas dan kreativitas merupakan bagian penting dalam curah pendapat penilaian terhadap ide-ide dilakukan pada sesi berikutnya” (Suprijanto, 2009). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode *brainstorming* adalah suatu bentuk diskusi dimana peserta didorong untuk menyatakan gagasan, pendapat, informasi, pengetahuan, pengalaman serta ide-ide mengenai suatu masalah tanpa adanya penilaian dari peserta lain.

Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

Menurut Widi (2016) pengertian *Fishbone* dalam literatur manajemen operasi, causal map dikenal dengan beberapa nama antara lain *Ishikawa (Fishbone) diagrams, impacts wheels, issues trees, strategy maps, risk assesment mapping tools (FMEA), dan cause and effect diagrams. Fishbone Diagrams* (Diagram Tulang Ikan) merupakan analisis sebab akibat yang dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa yang menggambarkan permasalahan dan penyebabnya dalam suatu kerangka tulang ikan. *Impacts Wheels* merupakan suatu pendekatan *brainstorming* terstruktur sederhana yang dirancang untuk membantu manajer mengeksplorasi konsekuensi dari event khusus dan untuk mengidentifikasi konsekuensinya. *Issues Trees* merupakan pendekatan yang membantu memerinci suatu masalah dalam komponen-komponen penyebab utama dalam rangka menciptakan rencana kerja proyek (Scarvada et al., 2004). Ada lima faktor utama yang perlu diperhatikan untuk mengenali faktor – faktor yang berpengaruh atau berakibat pada kualitas, yaitu :

1. Manusia
2. Metode kerja / cara kerja
3. Mesin / alat
4. Material / bahan
5. Lingkungan

Pengertian FMEA

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (failure mode). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber- sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara :

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya.
2. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensiterjadi.
3. Pencatatan proses (document the process).

FMEA adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan. Analisa tersebut biasa disebut analisa “*bottom up*”, seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi tingkat awal dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang merupakan hasil dari keseluruhan bentuk kegagalan yang berbeda (Roger, 1995).

Pengukuran terhadap besarnya nilai *severity, occurrence, dan detection* adalah sebagai berikut:

1. Nilai *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut di rating mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk dan penentuan terhadap rating terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Tabel Tingkat Keparahan (*Severity (S)*)

Tingkat <i>Severity</i>	Kriteria	Rating
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan	9
Sangat Tinggi	Produk tidak dapat beroperasi karena kehilangan fungsi utama	8
Tinggi	Produk dapat beroperasi, performansinya berkurang	7
Sedang	Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian <i>item</i> tambahan tidak dapat berfungsi	6
Rendah	Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian <i>item</i> tambahan beroperasi dengan performansi yang berkurang	5
Sangat Rendah	Pelanggan secara umum menyadari <i>defect</i> tersebut	4
Minor	Sebagian pelanggan menyadari <i>defect</i> tersebut	3
Sangat Minor	Hanya pelanggan yang jeli menyadari <i>defect</i> tersebut	2
Tidak Ada	Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh	1

2. Nilai *Occurance*

Apabila sudah ditentukan rating pada proses *severity*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurance*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Penentuan nilai *occurance* bisa dilihat berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 3. Tabel Tingkat Keterjadian (*Occurrence (O)*)

Dampak	Tingkat <i>Occurrence</i>	Kemungkinan keterjadian kegagalan	Rating
Sangat Tinggi	Kegagalan hampir tak terelakkan	≥ 1 in 2	10
		1 in 3	9
Tinggi	Kegagalan terus berulang	1 in 8	8
		1 in 20	7
Moderate	Kegagalan terjadi sesekali	1 in 80	6
		1 in 400	5
		1 in 2000	4
Low	Kegagalan relatif sedikit	1 in 15000	3
		1 in 150000	2
Remote	Kegagalan tidak mungkin terjadi	1 in 1500000	1

3. Nilai *Detection*

Setelah diperoleh nilai *occurance*, selanjutnya adalah menentukan nilai *detection*. *Detection* berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Penentuan nilai *detection* bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Tabel Tingkat Deteksi (*Detection (D)*)

Tingkat <i>Detection</i>	Kriteria	Rating
--------------------------	----------	--------

Tingkat Detection	Kriteria	Rating
Hampir Tidak Mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mam mendeteksi	10
Sangat Jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	5
Agak Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	3
Sangat Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Hampir Pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1

Setelah mendapatkan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* pada pembuatan celana jeans, maka akan diperoleh nilai RPN, dengan cara mengkalikan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* yang kemudian dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai yang terendah. Setelah itu, kegiatan proses produksi yang mempunyai nilai RPN besar dan mempunyai peranan penting dalam suatu kegiatan produksi, dilakukan usulan perbaikan untuk menurunkan tingkat kecacatan produk.

Kaizen

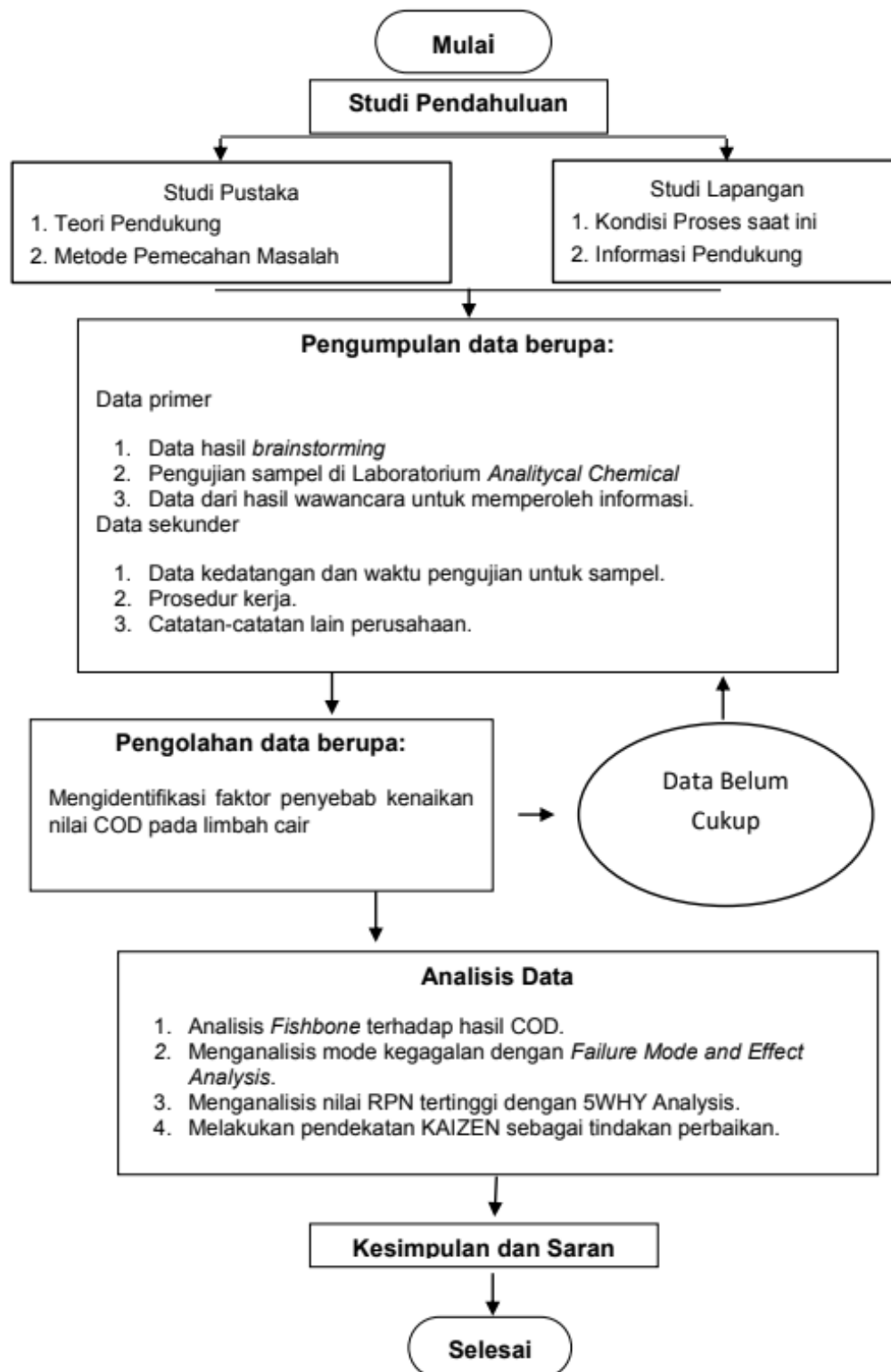
Konsep Kaizen berorientasi pada proses, sedangkan jika dibandingkan dengan cara berpikir negaranegara Barat, lebih cenderung tentang pembaharuan yang berorientasi pada hasil. Dalam (Tri et al., 2019) Filsafat kaizen menganggap bahwa cara hidup kita seperti kehidupan kerja atau kehidupan sosial mau-pun kehidupan rumah tangga hendaknya terfokus pada upaya perbaikan terus- menerus. Perbaikan dalam kaizen bersifat kecil dan terus menerus.

5 Whys Analysis

5 whys analysis merupakan metode yang digunakan untuk menelusuri dan menentukan penyebab-penyebab kegagalan atau abnormality yang terjadi dalam proses produksi. Sedangkan Kaizen merupakan metode pengendalian kualitas yang memiliki prinsip melakukan perbaikan kecil secara bertahap untuk mencapai hasil yang diinginkan.(Tri et al., 2019). *5Why* adalah suatu kata yang berasal dari bahasa inggris. Jika diterjemahkan dalam bahasa indonesia artinya adalah, Mengapa". Dan Analysis itu sendiri adalah suatu analisa yang dilakukan oleh seorang pakar atau orang biasa untuk menemukan suatu kejanggalan. Jadi, inti dari „Why Analysis“ adalah suatu Analisa yang dilakukan dengan mengajukan 5 pertanyaan yang diawali dengan kalimat tanya „Mengapa“. Untuk menemukan masalah dalam analisa, kita diharuskan menggunakan kalimat tanya yang diawali dengan Mengapa.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam penyusunan tugas akhir ini yaitu dengan mengumpulkan data data informasi dan berbagai sumber yang berkaitan, dimana penelitian ini bertujuan untuk mendesain aliran proses yang lebih ramping. Guna mencapai tujuan yang ditentukan maka pada metode penelitian ini akan diuraikan langkah langkah penelitian pada gambar 1 dibawah ini,



Gambar 2. Metode Penelitian

Hasil dan Pembahasan Brainstorming

Tabel 5. Tabel hasil *brainstorming*

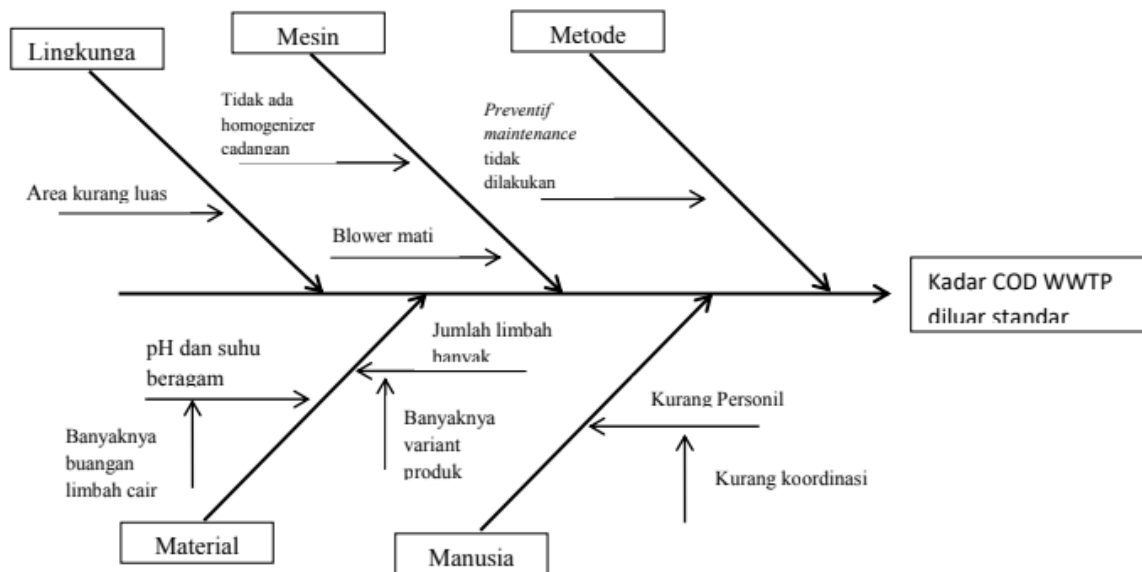
Narasumber	Jabatan	Lama Bekerja	Identifikasi Penyebab
Narasumber 1	<i>Engineering supervisor</i>	11 Tahun	Tidak ada jadwal maintenance harian
			Keadaan limbah yang terlalu banyak menyebabkan mikroorganismen mati
			Kurangnya area pengolahan limbah
			Tidak diatur pH buangan hasil produksi
			Limbah hasil produksi sulit diolah
Narasumber 2	<i>Operator</i>	10 Tahun	Perawatan harian sering terlewat
Narasumber 2	<i>Operator</i>	10 Tahun	Bak aerator harus tetap aktif agar lumpur tetap hidup
Narasumber 3	<i>Operator</i>	7 Tahun	Tidak ada penetralisir pH pada bak penampung
			Kurangnya kordinasi antar personil dalam pengolahan limbah
			Buangan produksi terlalu banyak, limbah tidak bisa ditampung
			Perawatan yang tidak teratur merusak lumpur aktif
Narasumber 3	<i>Operator</i>	7 Tahun	Lumpur aktif yang telah mati tidak dapat ditampung karena kurang luasnya bak penampung lumpur
			Tersumbatnya mesin <i>survace aerator</i> karena kotoran
			Buangan produksi sulit diolah

Tabel 6. Tabel pengolahan data brainstorming

A. Aspek Metode	
<i>Preventif maintenance</i> tidak dijalankan dengan baik	Ketika mesin <i>blower</i> mati, perpindahan dari <i>first blower</i> ke <i>second blower</i> terlambat
B. Aspek Mesin	
1. Mesin <i>Survace aerator</i> sering mati karena tersumbat kotoran	Limbah menjadi bau dan nilai COD menjadi tinggi
2. Mesin <i>Blower</i> mati	Lumpur aktif menjadi mati
3. Bak penampung lumpur kurang luas	Lumpur yang ditampung pada bak penampung menjadi tidak cukup, sehingga terlalu banyak lumpur aktif yang telah mati di WWTP (aeration basin)
C. Aspek Manusia	
Kurangnya manusia yang bertanggung jawab terhadap WWTP	WWTP tidak dapat terkendali dengan baik, karena tidak ada yang fokus terhadap pengolahan limbah, serta produksi mementingkan output produk tanpa melihat daya tampung WWTP yang terbatas.
D. Aspek Material	
1. Volume limbah produksi tinggi	WWTP tidak mampu menampung, lumpur aktif menjadi mati, serta nilai COD menjadi tinggi
2. Limbah produksi sulit diolah	Limbah dari produksi memiliki nilai suhu dan pH yang ekstrim, serta menaikkan nilai cost pengolahan limbah karena untuk material tertentu limbah cair dipisahkan ke dalam drum dan dikirimkan ke pihak ketiga
E. Aspek Lingkungan	
Area Kurang Luas	Banyak limbah cair yang tidak tertampung

Dari data hasil brainstorming dikatakan sumber masalah terdiri dari material, mesin, metode, manusia, dan lingkungan. Dari data yang disajikan dalam tabel 6 tentang hasil kegiatan *brainstorming*, selanjutnya dibuat *fishbone* diagram untuk mengetahui secara jelas masalah apa saja yang menyebabkan ketidaksesuaian pada kualitas air tersebut terjadi, hasilnya disajikan dalam gambar 3 dibawah ini

Fishbone



Gambar 2. Fishbone Diagram Analisis Pengendalian Kualitas WWTP

Failure Mode Effect Analysis(FMEA)

Tabel 7. Tabel FMEA

Process step	Potential failure mode	Potential failure effects	SEV	Potential causes	OCC	Current process controls	DET	RPN	Actions recommen ded
Sumber Limbah	Volume limbah produksi tinggi	Over load pada pengolaha n limbah	6	Laju produksi tinggi	4	Menahan CIP dari tiap bagian	7	168	Pengatura n waktu CIP dari tiap bagian dan membatasi jumlah limbah yang ditampung
Sumber Limbah	Kandungan limbah yang ekstrim	Limbah memilik i pH yang sangat tinggi atau rendah	10	Kandungan larutan asam dan basa pada proses CIP terlalu tinggi	9	Dinetralkan	5	450	Saat masuk ke tampunga n limbah dicek pH dan dinetralka n sebelum diberi lumpur aktif
Leveling Tank	Area Kurang Luas	Limbah tidak dapat di tampung	5	motor tidak dapat bekerja melebihi kapasitas	6	visual	5	150	mencari pihak ketiga untuk pengolaha n limbah
Pretreatm ent	Kurangnya Personel	Penambahan lumpur aktif menjadi tidak terkendali	10	Limbah yang tidak dapat di prediksi	3	visual	3	90	Pemindahan lumpur hasil pemisahan ke tangki sementara untuk dibuang atau diolah kembali
Aeration	Blower Mati	Lumpur aktif menjadi mati	10	Lumpur aktif yang mati karena tidak ada blower	4	visual	4	160	ditambahk an lumpur aktif

Nilai RPN tertinggi yang merupakan penyebab penyimpangan dalam kualitas air limbah adalah pada kandungan limbah produksi yang ekstrim dengan RPN sebesar 450, nilai RPN didapatkan dari hasil brainstorming dengan menempatkan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* sesuai dengan tingkat keparahan, faktor yang mempengaruhi munculnya nilai RPN adalah banyaknya jumlah limbah serta pH dan suhu limbah yang ekstrim yang dapat menyebabkan matinya mikroba pada lumpur aktif. Belum adanya sistem yang mengatur jumlah limbah yang harus di keluarkan sehingga menambah kemungkinan bahwa masalah pada proses pengolahan limbah yang dapat menyebabkan limbah harus dilakukan dua kali proses adalah sumber limbah.

5 Why Analysis

Tabel 8. Tabel 5 Why Analysis

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Why 6	Tindakan sementara	Tindakan jangka panjang
Tingginya angka COD dalam WWTP	→ Sumber Limbah yang ekstrem	→ pH dan suhu tidak diatur sehingga membunuh mikroba	→ Belum ada pengecekan pH dan suhu dalam bak tampungan	→ Belum dibuat standar pH dan suhu pada bak tampungan	→ Tidak ada dalam standar internal perusahaan	Pembuatan standar ngecekan pH dan suhu	Didaftarkan dalam standar internal perusahaan
		→ Jumlah limbah yang dibuang tidak diatur	→ Belum ada jadwal pembuangan limbah secara bergantian			Memberi informasi kepada bagian WWTP jika membuang limbah	Dibuat jadwal pencucian mesin secara bergantian

Tindakan Perbaikan

Dari hasil penelitian dikatakan bahwa sumber masalah dari tingginya nilai COD adalah jumlah limbah yang terlalu banyak dan ekstrim, maka dari itu perbaikan yang bersifat terus menerus perlu untuk dilakukan. Dari 5 why analysis hasil tindakan yang dapat dilakukan tercantum dalam tabel 9.

Tabel 9. Tabel Perbaikan Proses WWTP

Tindakan perbaikan sementara	Tindakan jangka panjang
Pembuatan standar ngecekan pH dan suhu informasi kepada bagian WWTP jika membuang limbah	dalam standar internal perusahaan pembuangan limbah dari tiap mesin

Tabel 10. Tabel Standar Suhu dan pH Bak Tampungan

Standar suhu dan pH dalam bak tampungan	
Suhu	30 ⁰ - 40 ⁰ Celcius
pH	5-8

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian “Analisis Pengendalian Kualitas Limbah Cair Pabrik Susu Dengan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)” adalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan kualitas parameter kritis yang terjadi dari kualitas pengolahan limbah yang didapatkan dari FMEA dengan nilai Severity 10, Occurance 9, Detection 5, jumlah RPN sebesar 450 diakibatkan oleh volume limbah produksi yang tinggi, limbah produksi yang memiliki keadaan ekstrim seperti pH dan suhunya yang tinggi mengakibatkan mikroba dalam lumpur aktif mati.
2. Melakukan perbaikan sehingga nilai pH bak tampungan dari 3 menjadi 7 dan nilai COD limbah sebelum perbaikan diatas 90 mg/L berubah menjadi dibawah 90 mg/L. Perbaikan berupa pembuatan jadwal pencucian mesin sehingga limbah cair dari mesin ke bak penampung tidak terlalu banyak dan mudah diolah, pengendalian suhu dan pH pada bak penampung dengan cara membuat standar pH dan suhu bak penampung yang terdaftar dalam satandar perusahaan yang akan menjadi acuan pada saat proses pengolahan limbah.

Saran

Saran untuk perusahaan :

1. Sebagai perusahaan yang mempunyai komitmen terhadap pengendalian kualitas limbah cair diharapkan perusahaan dapat menerapkan usulan perbaikan yang merupakan output dari penelitian ini.
2. Penilaian nilai rating dari FMEA sebaiknya menggunakan data dari KPI (Key Performance Index) yang dilakukan perusahaan agar nilai yang dihasilkan pada RPN FMEA berdasarkan data yang terukur, namun dalam kenyataannya nilai KPI untuk pengolahan limbah cair ini belum ditentukan oleh perusahaan.

Saran untuk Universitas :

1. Untuk penelitian, sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut agar menghindari terjadinya lonjakan yang tidak diharapkan oleh perusahaan.

Daftar Pustaka

- Assauri, S. (2004). *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Chrysler, C. (1995). *Potential Failure and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual 2 nd Edition*. Ford Motor Company.
- Iswanto, A., M. Rambe, A., & Ginting, E. (2013). Aplikasi Metode Taguchi Analysis Dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Perbaikan Kualitas Produk Di Pt. Xyz. *Jurnal Teknik Industri USU*, 2(2), 13–18.
- Nahak, R. J., Khotimah, S., & Turnip, M. (2014). Aspek Mikrobiologi Susu Sapi Murni Dengan Penambahan Sari Rimpang Bangle (Zingiber Cassumunar Roxb). *Universitas Tanjungpura*, 3(3), 69–74.
- Nastiti, H. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Statistical Quality Control. *Manajemen Fakultas Ekonomi UPN*, 1, 43.
- Pergub DKI Jakarta. (2013). *Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta*. Jakarta : PERGUB DKI JAKARTA.
- Roger, D. L. (1995). *Reliability Analysis for Engineer*. Oxford: Oxford University Press.
- Scarvada, A. ., Tatiana, B.-C., Susan, M. G., & Julie, M. H. (2004). *A Review of the Causal Mapping Practice and Research Literature. Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference*. Cancun: Mexico.
- Suprijanto. (2009). *Pendidikan Orang Dewasa*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Tri, D., Rakhmanita, A., & Angraini, A. (2019). Implementasi Kaizen Dalam Meningkatkan Kinerja Pada Perusahaan Manufaktur Di Tangerang. *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Bisnis*, 3(2), 198–206.
- Widi, Y. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Limbah Cair Industri Farmasi dengan Metode Six Sigma. *Universitas Pancasila, Jakarta*.