

USULAN PERBAIKAN PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

Rudi Hermawan¹, Erlangga Augupta P², Handika Nur Faisal³

¹ Staff Pengajar Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

² Staff Pengajar Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

³ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Kata kunci:

Perbaikan Proses, IPAL, Six Sigma, Fishbone, FMEA, 5 Why, 5WIH.

Email penulis:

Handika.rockclass@gmail.com

Abstract

IPAL seringkali menjadi penyebab proses produksi di PT X tidak dapat dilakukan. *Six Sigma* digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja IPAL di PT X dengan diagram *fishbone* dan *Failure Mode and effect Analysis (FMEA)*, serta menetapkan akar permasalahannya menggunakan analisis *5 Why* agar memberikan usulan perbaikan proses pengolahan air limbah di PT X.

Penelitian ini terdiri dari 2 populasi dengan masing-masing sampel. Populasi pertama adalah air limbah di IPAL PT X dengan sampel air limbah di bulan Januari 2018 hingga bulan Maret 2018. Populasi kedua adalah karyawan PT X dengan sampel karyawan divisi *engineering* bagian *utility*. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif.

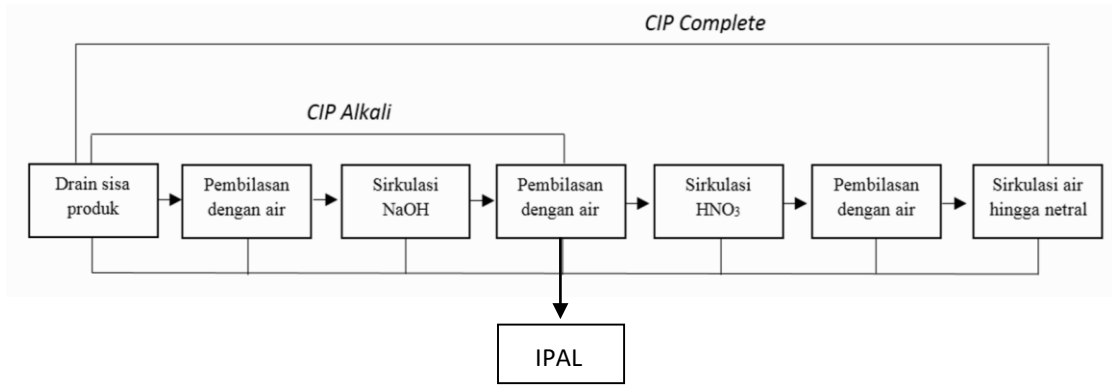
Hasil penelitian menunjukkan bahwa IPAL di PT X memiliki kemampuan proses yang tidak baik yang ditunjukkan oleh nilai Cp sebesar 0,37, DPMO sebesar 842.032 dan nilai sigma 0,50. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja IPAL di PT X adalah tidak adanya proses *pre-treatment* dan *flowrate* MBR drop. Usulan perbaikan proses untuk meningkatkan kinerja IPAL adalah dengan menambah kapasitas tangki sedimen pada proses *pre-treatment* dan memberikan pelatihan mengenai pengolahan air limbah operator IPAL agar dapat mengoperasikan IPAL secara baik dan benar sehingga *flowrate* MBR stabil.

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan, dan tumbuhan. Limbah cair merupakan unsur pencemaran yang sangat potensial bagi lingkungan air. Unsur tersebut dapat membahayakan baik terhadap manusia maupun kehidupan biota air. Oleh karena itu, pengolahan limbah cair semakin penting artinya sebagai bagian dari upaya manusia untuk mengamankan sumber-sumber air yang sangat dibutuhkan mengingat air tersebut sangat terbatas.

PT X merupakan salah satu pelopor perusahaan industri minuman ringan di Indonesia dan untuk tetap menjaga eksistensinya dalam persaingan industri minuman ringan, PT X menjaga kualitas produknya dengan menerapkan salah satu program HACCP (Hazard Analysis & Critical Control Point) yaitu sanitasi terhadap mesin dan peralatan produksi melalui proses CIP (Cleaning in Place) dan SIP (Sanitary in Place)

Proses CIP dan SIP dilakukan pada setiap tangki dan jalur yang terlibat kontak secara langsung dengan polutan produk, yaitu *dissolving tank*, *blending tank*, UHT (*Ultra High Temperature*), filler beserta jalurnya. Proses CIP melalui beberapa tahapan, yang pertama yaitu, drain sisa produk yang ada di dalam *dissolving tank*, *blending tank*, UHT, *filler* dan jalur, kemudian dibilas dengan menggunakan air dengan waktu tertentu.



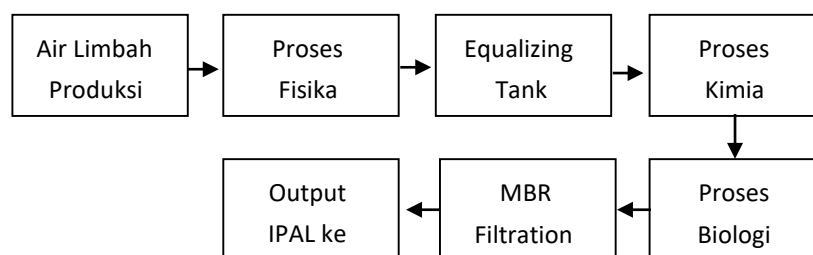
Gambar 1: Diagram Alir Proses CIP
 Sumber: Observasi kegiatan produksi di PT X

Menurut Badan Lingkungan Hidup, setiap air yang keluar dari hasil kegiatan produksi merupakan air limbah yang tidak diperkenankan untuk langsung dibuang ke badan lingkungan, yaitu harus melalui proses pengolahan air limbah di IPAL. IPAL merupakan instalasi pengolahan air limbah yang di dalamnya memanfaatkan proses fisika, kimia, dan biologi untuk dapat menguraikan zat organik dan anorganik dalam air limbah sehingga menghasilkan karakteristik air limbah yang lebih sederhana sesuai dengan baku mutu limbah cair yang dianjurkan oleh pemerintah pada Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup No. 05 tahun 2014.

Parameter	Kadar Maksimum
BOD ₅	100
TSS	90
Minyak dan Lemak	12
pH	6,0 – 9 , 0

Sumber; Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014

Untuk menjaga kinerja IPAL yang optimal, karakteristik air limbah yang diolah dan selesai diolah harus selalu dikontrol agar tetap dalam standar yang telah ditentukan. Analisa pH, TSS, minyak dan lemak dapat dilakukan secara cepat menggunakan instrumen pengukuran dan dapat langsung diketahui hasilnya, sedangkan analisa BOD selesai dalam kurung waktu 5 hari. Oleh karena itu, nilai BOD biasanya diwakilkan dengan nilai COD. COD merupakan nilai oksigen yang ada dalam air limbah. Analisa COD hanya memerlukan waktu 3 jam. Nilai COD selalu menunjukkan 2 kali lebih besar dari nilai BOD.



Gambar 1: Diagram Alir Proses Pengolahan Air Limbah
 Sumber; Observasi proses pengolahan air limbah di IPAL PT X

2. Metode Penelitian

A. Desain Penelitian

Dalam penelitian ini, pemecahan masalah dilakukan melalui pendekatan metode *Six Sigma*. Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu melakukan pengumpulan data melalui *survey* ke lokasi penelitian, melakukan wawancara dengan beberapa pihak yang terkait. Tahap kedua, membuat diagram *SIPOC* untuk menggambarkan proses dan hal-hal yang berkaitan dengan proses, serta menetapkan CTQ. Tahap ketiga menguji kenormalan data CTQ menggunakan metode *Kolmogorv-Smirnov*, melakukan analisis stabilitas proses prngolahan air limbah di IPAL PT X.

B. Definisi dan Operasional Variabel

Menurut Situmorang (2010), variabel adalah sesuatu yang dapat membedakan atau mengubah variasi pada nilai. Nilai dapat berbeda untuk obyek atau orang yang sama, atau nilai dapat berbeda dalam waktu yang sama untuk obyek atau orang yang berbeda. Secara lebih rinci, definisi dan operasionalisasi variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Variabel	Dimensi	Indikator
Karakteristik Air Limbah Sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi yang terkandung dalam air limbah.	Karakteristik kimia air limbah	> Nilai beban COD standar di aerasi.
		> Nilai beban COD aktual di aerasi.
Jumlah Hari Produksi Bilangan atau sesuatu dilakukannya produksi yang dinyatakan dalam hari.	Hari kerja produksi efektif	Hari kerja produksi sesuai dengan <i>schedule</i> PPIC
	Hari kerja produksi tidak efektif	<i>Downtime</i> (hari) produksi karena IPAL

2.1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT X pada bulan Januari 2018 sampai dengan Maret 2018.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Six Sigma dengan tahapan Define, Measure, Analyze untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja IPAL PT X dan tahapan improve untuk memberikan usulan perbaikan proses pengolahan air limbah di IPAL PT X.

a. Define

Adapun kondisi bakteri aerob sangat dipengaruhi oleh karakteristik air limbah yang diuraikannya, maka CTQ dalam penelitian ini adalah karakteristik air limbah yang diwakili oleh nilai COD. Berikut data hasil analisa COD inlet IPAL di PT X.

Nilai COD Inlet IPAL di PT X

Tanggal	COD (mg/L)	Tanggal	COD (mg/L)	Tanggal	COD (mg/L)
20/01/2018	2.954	23/02/2018	5.807	12/03/2018	3.099
04/02/2018	2.511	28/02/2018	4.722	14/03/2018	3.232
09/02/2018	1.407	02/03/2018	3.226	17/03/2018	2.109
18/02/2018	1.694	09/03/2018	4.009	19/03/2018	3.405

Sumber: laporan internal hasil analisa air limbah PT X

b. Measure

Tahap measure dalam penelitian ini menggunakan data CTQ yang telah ditetapkan dan dipastikan kenormalan datanya menggunakan metode uji Kolmogorv-Smirnov. Nilai Sigma bekisar antara 0 sampai dengan 6. Semakin tinggi nilai sigma, maka menunjukkan bahwa kinerja proses yang semakin baik. Pada tahap ini perhitungan dilakukan secara manual dan dipastikan menggunakan alat bantu statistika.

Uji kenormalan data metode Kolmogorv-Smirnov.

Jumlah data (n) data penelitian ini sebanyak 50 dengan total jumlah data ($\sum xi$) sebesar 225.742, memiliki nilai rata-rata (\bar{x}) yaitu 4.515 dan nilai penyimpangan baku (s) sebesar 2.193.

Untuk data pertama,

$$\text{Data } (xi) = 687$$

$$\text{Frekuensi} = 1$$

$$\text{Rank } (i) = 1$$

Pertama, melakukan perhitungan untuk nilai F_T :

$$F_T = 1/50 = 0,020$$

Kedua, menghitung nilai score;

$$\text{Zscore} = \frac{687 - 4.515}{2.193} = -1.745$$

Ketiga, konversi nilai Dhitung:

$$F_s = 0,040 - 0,020 = 0,020$$

c. Analisis

Analisi kemampuan proses, spesifikasi COD inlet yang telah ditetapkan PT X untuk batas spesifikasi atas (USL) adalah sebesar 3.000 mg/L dan tidak ada batas spesifikasi bawah (LSL). Nilai USL tersebut ditetapkan berdasarkan desain IPAL PT X. Dengan demikian analisis kemampuan proses IPAL di PT X berdasarkan nilai COD inlet adalah sebagai berikut:

➤ Rasio kemampuan proses atau capability process ratio, C_p

$$C_p = \frac{3.000 - 0}{6 \times 1.343,97} = \frac{3.000}{8.063,82} = 0,37$$

➤ Indeks kemampuan proses C_p

$$CPU = \frac{3.000 - 4.344}{3 \times 1.343,97} = \frac{-1.344}{4.031,91} = -0,33$$

Perhitungan indeks kemampuan proses bawah (CPL):

$$CPL = \frac{4.344 - 0}{3 \times 1.343,97} = \frac{4.344}{4.031,91} = 1,07$$

Dan perhitungan indeks kemampuan proses adalah:

$$C_{pk} = \min(-0,33, 1,07)$$

3. Kesimpulan

Proses pengolahan air limbah di IPAL PT X dalam periode Januari sampai dengan Maret 2018 memiliki kinerja proses yang tidak optimal dengan nilai DPMO sebesar 842.032 dan nilai sigma sebesar 0,50. Hal ini juga ditunjukkan dengan rendahnya nilai C_p yang di dapatkan yaitu sebesar 0,37 dan nilai C_{pk} sebesar -0,33. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan kinerja di IPAL tidak optimal adalah tidak adanya proses *pre-treatment* dan *flow rate MBR drop*.

Daftar Pustaka

- Besterfield, et al. (2004). Total Quality Management. Yogyakarta; Andi
- Daryanto.(2004). Masalah Pencemaran. Bandung: TARSITO
- Faranila, Iemel. (2009). Perbaikan Proses Stripping Dengan Metode DMAIC Pada PT SIP. Jakarta: INASEA
- Gasperz, Vincent. (2002). Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Hartono, G., Putro, T., Farhan, F., & Fitrianingtyas, R. (2010). Analisis Kinerja Proses dan produk dengan Pendekatan Metodologi Six Sigma (DMAIC) Untuk Produk Teh Botol PadanPT XYZ. Jakarta; Universitas Bina Nusantara
- Muis, Saludin. 2012. Metodologi Six Sigma Teori dan Aplikasi di Lingkungan Pabrikasi. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 75/M—IND/PER/7/2010 tetntang Pedoman Cara Produksi

Pangan Olahan Yang Baik (CPPOB). Diakses online melalui
<http://sertifikasibbia.com/upload/cppob.pdf>
Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat Nomor 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu
Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat