

EFISIENSI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DALAM MENURUNKAN PARAMETER KIMIA TERHADAP BAU DI SALAH SATU RUMAH SAKIT SWASTA DI MADIUN

Muslikha Nourma Rhomadhoni¹

Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya

Email: muslikhanourma@unusa.ac.id

ABSTRAK

Bau outlet IPAL rumah sakit secara fluktuatif tercium di ruang perawatan bahkan sampai di tempat parkir rumah sakit. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan petugas dan keluarga pasien pada tanggal 20–29 Maret 2009 di ruang perawatan yang paling dekat dengan IPAL, mereka merasa menghirup bau menyengat, mengeluh pusing, dan mual-mual. Hasil pemeriksaan awal tanggal 30 Maret 2009 parameter tidak memenuhi syarat mengacu SK Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999, antara lain klor bebas, BOD, COD, NH_3 , NH_4 , dan H_2S . Penelitian ini bertujuan menghitung efisiensi rata-rata IPAL dalam menurunkan parameter kimia NH_3 , NH_4 , H_2S . Metode penelitian adalah penelitian deskriptif bertujuan melakukan deskripsi faktor resiko maupun efek atau hasil. Pengambilan sampel dengan composite sampling, sampel diambil pada reaktor inlet dan outlet selama lima hari berturut-turut pada jam yang sama yaitu jam 09.00 WIB. Analisis data menggunakan rumus efisiensi kemudian dibandingkan dengan standar efisiensi removal $\text{NH}_3\text{-N}$. Hasil penelitian diperoleh efisiensi rata-rata NH_3 37%, efisiensi rata-rata NH_4 36,9%, dan efisiensi rata-rata H_2S 39,6%. Efisiensi removal $\text{NH}_3\text{-N}$ adalah 90–95% sehingga IPAL rumah sakit tersebut tidak efisien dalam mengolah limbah cair.

Kata kunci: Efisiensi, IPAL, Rumah Sakit

ABSTRACT

The hospital smell WWTP outlet fluctuated in the treatment room smelled even in the hospital parking lot. Based on observations and interviews with officers and the patient's family on March 20 to 29, 2009 in the treatment room closest to the WWTP they are inhaled the pungent smell, complained of dizziness and nausea. The results of the initial inspection parameter dated March 30, 2009 are not eligible referred East Java Governor Decree No. 61, 1999, include: chlorine-free, BOD, COD, NH_3 , NH_4 , H_2S . This study aims to calculate the average efficiency of the WWTP in reduced chemical parameters NH_3 , NH_4 , H_2S . The research method was a descriptive study aims to conduct a description of risk factors and effects or results. Sample method used Composite sampled, sample taken at reactor inlet and outlet for five consecutive days at the same hour that is: at 09.00 am. Analysis of data used formula of efficiency and compared with standard $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency. The results were obtained an average efficiency of 37% NH_3 , NH_4 average efficiency of 36.9%, and the average efficiency of 39.6% H_2S . $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency is 90–95%, so the hospital WWTP is not efficient in treated wastewater.

Keyword: Efficiency, WWTP, Hospital.

PENDAHULUAN

Setiap penanggungjawab kegiatan atau pengelola rumah sakit wajib melakukan pengelolaan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan sehingga mutu limbah cair melampaui baku mutu yang telah ditetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 58 Tahun 1995 (pasal 7). Pengelolaan limbah cair bertujuan untuk menurunkan kandungan bahan pencemar limbah cair sehingga diperoleh efluen yang dapat diterima oleh badan air. Kandungan bahan pencemar limbah cair dapat diturunkan apabila pengelolaan limbah cair yang digunakan sesuai dengan karakteristik. Limbah rumah sakit mempunyai karakteristik toksik dan *non* toksik dan mengandung buangan dari laboratorium (Purwanto, 2004).

Rumah sakit pada penelitian ini mempunyai sarana penunjang berupa IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang dibangun bersamaan dengan pembangunan rumah sakit dengan sistem anaerob-aerob kapasitas 42 m³/hari. Pada awal operasional rumah sakit, jumlah tempat tidur 28 *bed* sampai dengan sekarang jumlah tempat tidur bertambah menjadi 44 *bed* dengan BOR tahun 2006 (20,59%), tahun 2007 (40,98%), dan tahun 2008 (64,21%). Produksi limbah cair rumah sakit dari *laundry*, *pantry* atau gizi, ruang perawatan, kamar jenazah, ruang operasi, laboratorium, ruang radiologi, dan kamar bersalin. Volume limbah cair yang dihasilkan adalah 18700 l/hari.

Tahapan pengolahan limbah cair meliputi tahap pengolahan utama (*secondary treatment*) dan pengolahan lanjutan (*advanced treatment*). Sistem pengolahan tidak menerapkan tahap *pretreatment* yaitu untuk memisahkan benda-benda yang terapung dan penangkap lemak sehingga sering terjadi penyumbatan pada pipa. Limbah cair masuk reaktor kontrol dilanjutkan ke reaktor terminal kemudian masuk ke reaktor pengolahan utama dan dibuang ke riol kota.

Tahap pengolahan utama yaitu berupa proses anaerob dan aerob. Proses aerob dengan penambahan oksigen (aerasi) dimana blower dioperasikan pada pukul 07.30–12.00 WIB. Letak blower untuk aerasi sangat berdekatan dengan ruang perawatan (\pm 2–3 m) sehingga blower sering dimatikan.

Karakteristik limbah cair dari reaktor aerasi berwarna putih, berbusa, dan berbau menyengat.

Tahap selanjutnya adalah proses klorinasi menggunakan kaporit. Proses klorinasi yang diterapkan adalah melarutkan kaporit kemudian disiramkan ke reaktor klorinator. Proses selanjutnya limbah cair difiltrasi menggunakan *multimedia filter* dan *carbon filter*. Setelah filtrasi, limbah cair masuk ke reaktor indikator yang berisi ikan lele dan ikan sapu-sapu. Berdasarkan pengamatan peneliti pada tanggal 20–29 Maret 2009, karakteristik limbah cair outlet IPAL masih sama dengan limbah cair setelah aerasi yaitu berwarna putih, berbusa, dan berbau menyengat. Karakteristik limbah cair seperti di atas dibuang menuju riol kota dengan kondisi air menggenang (aliran tidak lancar).

Dengan kapasitas IPAL 42 m³/hari dan debit limbah cair 18700 l/hari (18,7 m³/hari), IPAL diperkirakan sangat cukup untuk menampung dan mengolah limbah cair yang dihasilkan. Hasil pemeriksaan kimia limbah cair pada tanggal 30 Maret 2009 sebagai berikut pH (7,5), suhu (22°C), klor bebas (0,000 mg/l), BOD (41,5 mg/l), COD (83,7 mg/l), TSS (20 mg/l), NH₃ (0,644 mg/l), NH₄ (0,683 mg/l), dan H₂S (0,207 mg/l). Beberapa parameter tidak memenuhi baku mutu lingkungan mengacu Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999 antara lain klor bebas, BOD, COD, NH₃, NH₄, dan H₂S. Bau outlet IPAL secara fluktuatif tercium di ruang perawatan bahkan sampai di tempat parkir rumah sakit. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan petugas dan keluarga pasien pada tanggal 20–29 Maret 2009 di ruang perawatan yang paling dekat dengan IPAL, mereka merasa menghirup bau menyengat, mengeluh pusing, dan mual-mual. Dengan kondisi tersebut, beberapa petugas berjalan lebih cepat dan menahan untuk tidak bernafas selama beberapa detik terutama saat melintasi ruangan sekitar IPAL.

Sesuai dengan KEPMENKES RI Nomor: 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit bahwa kualitas udara ruang perawatan adalah tidak berbau (terutama bebas dari ammonia dan H₂S). Kondisi demikian dapat menimbulkan dampak antara lain

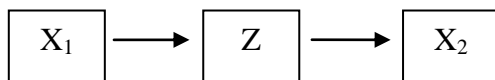
ketidaknyamanan pasien dalam beristirahat sehingga proses penyembuhan menjadi lama bahkan pasien menderita penyakit baru pada saat dirawat. Keluarga pasien yang tidak menghendaki kondisi demikian mengambil keputusan untuk memindahkan pasien secara paksa untuk dirawat di rumah sakit lain yang lebih representatif.

Dampak yang lebih luas lagi apabila keluarga pasien menceritakan hal ini kepada kerabat dan keluarga akan mengakibatkan terjadinya penurunan pasien secara signifikan bahkan rumah sakit terancam tidak memiliki pasien. Selain itu, masyarakat sekitar rumah sakit akan melakukan aksi protes kepada rumah sakit karena telah mengetahui adanya pencemaran bau limbah cair berasal dari rumah sakit dan bahkan memperoleh sanksi hukum karena telah melanggar Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Lingkungan Hidup. Ketersediaan dan kelengkapan fasilitas rumah sakit apabila tidak memberikan tanda-tanda penyembuhan penyakit pasien tanpa didukung dengan kondisi lingkungan yang aman, nyaman, dan sehat.

Penelitian ini bertujuan menghitung efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam menurunkan parameter kimia (NH_3 , NH_4 , dan H_2S) di rumah sakit melalui pengukuran parameter kimia (NH_3 , NH_4 , dan H_2S) sebelum dan sesudah masuk IPAL.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif yaitu penelitian yang bertujuan melakukan deskripsi mengenai fenomena yang ditemukan baik berupa faktor resiko maupun efek atau hasil. Desain penelitian ini menggunakan desain *pretest* dan *posttest*. Adapun desain penelitiannya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar -1: Desain Penelitian

Keterangan:

X_1 = Kandungan NH_3 , NH_4 , dan H_2S sebelum proses pengolahan.

Z = Proses pengolahan.

X_2 = Kandungan NH_3 , NH_4 , dan H_2S sesudah proses pengolahan.

Metode pengumpulan data melalui pemeriksaan sampel untuk parameter NH_3 , NH_4 , dan H_2S yang diambil di reaktor inlet dan outlet IPAL rumah sakit. Observasi dilakukan dengan cara melihat kondisi air buangan di outlet IPAL sejauh mana bau yang ditimbulkan dari reaktor outlet IPAL di ruangan rumah sakit. Wawancara dilakukan untuk mengetahui sistem IPAL, pemantauan yang dilakukan berkaitan dengan sistem pengolahan IPAL, debit limbah cair, kapasitas IPAL, sumber limbah cair yang diolah di IPAL, dan keluhan pasien maupun petugas atau karyawan terhadap bau outlet IPAL di rumah sakit.

Analisis data pertama dengan menghitung efisiensi dengan rumus efisiensi sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{E_{\text{influen}} - E_{\text{efluen}}}{E_{\text{influen}}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

E = Kualitas

Kedua, menghitung rata-rata efisiensi dari parameter untuk memperoleh nilai efisiensi dengan rumus:

$$E_r = \frac{\sum \frac{E_{\text{influen}} - E_{\text{efluen}}}{E_{\text{influen}}}}{n} \quad (2)$$

Keterangan :

E_r : Nilai rata-rata efisiensi

\sum : Jumlah

E : Kualitas

n : Banyaknya perhitungan efisiensi

Ketiga, membandingkan hasil pemeriksaan laboratorium dengan Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999.

HASIL DAN PEMBAHASAN

ANALISIS NH_3 (AMMONIA)

Hasil perhitungan rata-rata NH_3 pada reaktor inlet adalah 0,622 mg/l dan pada reaktor outlet adalah 0,392 mg/l dengan efisiensi removal sebesar 37%. Efisiensi removal NH_3 adalah 90–95% sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi IPAL rumah sakit tersebut tidak efisien dalam mengolah limbah cair sehingga timbul pencemaran bau pada outlet IPAL.

Batas maksimum NH_3 yang diperbolehkan menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa

Timur Nomor 61 Tahun 1999 sebelum dibuang adalah 0,1 mg/l. Hal ini menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium NH_3 dan perhitungan rata-rata kualitas limbah cair inlet dan outlet IPAL rumah sakit tersebut tidak memenuhi syarat sehingga timbul pencemaran bau pada outlet IPAL.

ANALISIS NH_4 (ION AMMONIUM)

Hasil perhitungan rata-rata NH_4 pada reaktor inlet adalah 0,659 mg/l dan pada reaktor outlet adalah 0,416 mg/l dengan efisiensi removal sebesar 36,9%. Efisiensi removal NH_3 adalah 90–95% sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi IPAL rumah sakit tersebut tidak efisien dalam mengolah limbah cair sehingga timbul pencemaran bau pada outlet IPAL.

Batas maksimum NH_3 yang diperbolehkan menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999 sebelum dibuang adalah 0,1 mg/l. Hal ini menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium NH_4 dan perhitungan rata-rata kualitas limbah cair inlet dan outlet IPAL rumah sakit tersebut tidak memenuhi syarat sehingga timbul pencemaran bau pada outlet IPAL.

ANALISIS H_2S (HIDROGEN SULFIDA)

Hasil perhitungan rata-rata H_2S pada reaktor inlet adalah 0,624 mg/l dan pada reaktor outlet adalah 0,377 mg/l dengan efisiensi removal sebesar 39,58%. Efisiensi removal NH_3 adalah 90–95% sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi IPAL rumah sakit tersebut tidak efisien dalam mengolah limbah cair sehingga timbul pencemaran bau pada outlet IPAL.

Batas maksimum NH_3 yang diperbolehkan menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999 sebelum dibuang adalah 0,1 mg/L. Hal ini menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium H_2S dan perhitungan rata-rata kualitas limbah cair inlet dan outlet IPAL rumah sakit tersebut tidak memenuhi syarat, sehingga timbul pencemaran bau pada outlet IPAL.

Dapat disimpulkan bahwa analisis diatas memiliki efisiensi rata-rata antara 37% sampai dengan 39,6% artinya tidak efisien dalam mengolah limbah cair yang dihasilkan.

ANALISIS PENYEBAB DAN UPAYA

Tidak efisiennya IPAL dalam menurunkan

parameter indikator bau yaitu NH_3 , NH_4 , dan H_2S pada outlet IPAL Rumah Sakit Griya Husada dimungkinkan oleh dua faktor antara lain faktor teknis dan faktor *non* teknis.

a. Faktor Teknis

Faktor teknis adalah faktor yang berkaitan dengan sistem pengolahan limbah cair yang mempengaruhi tidak efisiennya IPAL rumah Sakit dalam menurunkan parameter NH_3 , NH_4 , dan H_2S sebagai parameter indikator bau. Kemungkinan bau pada outlet IPAL Rumah Sakit Griya Husada disebabkan karena beberapa faktor sebagai berikut:

1) Tidak terdapat reaktor penangkap lemak (*grease trap*)

Menurut Purwanto (2006), lemak atau minyak yang tidak ditangkap atau langsung dialirkan pada pengolah selanjutnya mengakibatkan matinya mikroorganisme karena terjadi proses pembusukan sehingga berbau. Pembusukan terjadi karena peningkatan suhu ($>55^\circ\text{C}$), adanya zat toksik dan kadar garam, dan oksigen yang akan merusak enzim dan bahan-bahan sel. Selain itu, lemak akan mengganggu aliran air karena tersumbat oleh gumpalan lemak dan minyak (Sugiharto, 1987).

Upaya yang dapat dilakukan adalah pemasangan penangkap lemak (*grease trap*) karena lemak akan mengapung dan membeku pada suhu $>20^\circ\text{C}$, sehingga memudahkan pembersihan secara berkala dengan cara manual atau mekanik (Purwanto, 2006).

2) Reaktor kontrol sebagai pengendap awal kurang berfungsi

Pengendap awal yang kurang berfungsi dengan baik dimungkinkan pada proses pengolahan masih ada limbah cair dari dapur, *laundry*, laboratorium, dan kamar mandi yang berfungsi sebagai desinfektan sehingga terjadi pembusukan. Sebanyak 40% limbah cair rumah sakit berasal dari *laundry* dimana mengandung bahan kimia yang sangat berbahaya apabila dalam jumlah tertentu dibuang ke IPAL atau dalam jumlah tertentu terdapat atom bebas yang mengalir di IPAL.

Penggunaan deterjen dan sabun cuci mengandung bahan aktif LAS dan ABS. Menurut hasil penelitian, alam mampu menguraikan LAS (*Linear Alkyl Sulfonate*) selama 9 hari namun hanya 50% sedangkan ABS (*Alkyl Benzene Sulfonate*) bersifat *non-biodegradable* dan sekitar 50% bahan aktif ABS lolos dari pengolahan dan masuk dalam sistem pembuangan. Hal ini dapat

menimbulkan masalah keracunan pada biota air dan penurunan kualitas air.

Upaya yang dapat dilakukan adalah perbaikan pengendap awal atau reaktor kontrol yang berfungsi untuk proses pengendapan dan proses penguraian awal oleh bakteri sehingga menurunkan beban pencemar limbah cair agar proses pengolahan selanjutnya sempurna. Pengendap awal dirancang untuk mengurangi zat padat tersuspensi 50–65% dan mengurangi BOD 30–40%.

Desain reaktor pengendap awal dengan kedalaman sekurang-kurangnya 1 m dan paling dalam 1,8 m untuk ukuran tangki besar. Hal ini akan berpengaruh pada dimensi lainnya, limbah yang baru masuk dapat langsung menuju outlet sehingga mempengaruhi waktu tinggal limbah cair dalam reaktor. Perbandingan dimensi lebar : panjang adalah 1 : (2-3), *freeboard* 0,3 m, lebar minimum 0,75 m, dan panjang maksimum 1,50 m (Purwanto, 2006).

3) Proses Aerasi

Aerasi IPAL Rumah Sakit Griya Husada dilaksanakan setiap pukul 07.30–12.00 WIB dan reaktor aerasi tertutup sehingga limbah cair tidak kontak dengan udara. Berdasarkan pengamatan, peneliti mengindikasikan secara manual bau menyengat setelah limbah cair keluar dari reaktor aerasi. Hal ini menunjukkan kelangsungan hidup bakteri aerob kurang terjamin karena suplai oksigen kurang maksimal. Upaya yang dapat dilakukan adalah proses aerasi dilakukan selama 8 jam sehingga dengan waktu tinggal yang lebih lama dimungkinkan hasil limbah cair lebih maksimal. Dengan waktu tinggal 8 jam dan kapasitas IPAL 42 m³/hari, debit dapat diatur menjadi 0,2 m³ (200 liter).

Untuk meniadakan timbulnya getaran pada peletakkan blower, maka diberikan penghantar karet agar getaran tertahan pada karet sehingga mengurangi getaran di ruang perawatan. Agar tidak menimbulkan bising, *blower* dimodifikasi dan ruang penyimpanan *blower* dibuat kedap suara (dicor). Proses aerasi sebaiknya terbuka agar gas NH₃, NH₄, dan H₂S yang diuraikan terbawa keluar bersama-sama udara (tidak keluar bersama-sama limbah cair pada *outlet*).

4) Proses klorinasi kurang maksimal (sisa klor = 0 mg/l)

Kondisi limbah cair sebelum diklorinasi pada IPAL adalah berwarna putih, berbusa, dan berbau. Penambahan kaporit tidak kontinyu (kaporit dilarutkan dalam air kemudian disiramkan pada reaktor klorinasi) dan terletak antara reaktor aerob dan filtrasi.

Menurut Depkes RI, limbah cair yang belum jernih, masih mengandung lumpur dan bahan-bahan yang belum terurai sempurna tidak dapat diklorinasi dengan maksimal. Bau yang timbul akibat tingginya parameter NH₄ dapat mengkonsumsi klor untuk desinfektan dalam jumlah besar terutama jika pemberian klor tidak secara kontinyu. Penambahan kaporit dengan melarutkannya ke dalam air dan disiramkan pada reaktor klorinasi akan membawa dampak pada jumlah klor bebas pada outlet IPAL. Kaporit bersifat mudah menguap jika terkena sinar matahari sehingga sisa klor limbah cair adalah 0 mg/l.

Menurut Sugiharto (1987), penambahan klor secara kontinyu akan dapat menghasilkan klor bebas. Mekanisme pembunuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi air dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Upaya yang dapat dilakukan adalah pengolahan sebelum klorinasi (aerasi) lebih dioptimalkan sehingga diperoleh limbah cair yang jernih sebelum diklorinasi (sebelum diklorinasi limbah difiltrasi terlebih dahulu), penambahan kaporit dilakukan secara kontinyu atau tetesan sehingga diperoleh klor bebas sebelum dibuang, desain reaktor adalah terhindar dari sinar matahari agar klor tidak menguap, dan pemindahan aliran reaktor klorinasi setelah reaktor filtrasi sehingga setelah dilakukan penyaringan dimungkinkan limbah cair lebih jernih dan proses klorinasi sempurna.

b. Faktor *Non* Teknis

1) Biaya

Biaya operasional dan pemeliharaan IPAL melalui usulan atau proposal dana yang diajukan setiap tahun dapat keluar jika permasalahan sangat *urgent* dan berdampak luas (prioritas masalah). Hal ini mengakibatkan apabila terjadi kerusakan-kerusakan pada unit-unit operasi dan unit proses IPAL tidak dapat segera ditangani sehingga kerusakan semakin meluas. Upaya yang dapat dilakukan adalah tersedianya dana operasional dan pemeliharaan (*maintenance*)

IPAL yang cukup sehingga apabila terjadi kerusakan dapat segera ditangani tanpa menunggu dampak yang ditimbulkan meluas.

2) Manusia

Terbatasnya jumlah sumber daya manusia yang mempunyai latar belakang bidang kesehatan lingkungan. Seorang sanitarian harus menangani seluruh aspek kesehatan lingkungan di rumah sakit mulai dari penyediaan air bersih, pengelolaan sampah (medis dan *non* medis), penyehatan ruangan dan bangunan, pengendalian vektor dan binatang pengganggu, dan lain-lain sehingga apabila terjadi kerusakan atau masalah pada satu bidang atau aspek maka akan terabaikan karena tidak terfokus dalam satu aspek yang ditangani (seorang petugas bertanggungjawab terhadap seluruh bidang kesehatan lingkungan).

Upaya yang dapat dilakukan adalah penambahan jumlah tenaga kerja khusus yang menangani IPAL yang mempunyai latar belakang bidang kesehatan lingkungan sesuai dengan KEPMENKES RI Nomor : 1204/SK/MENKES/X/2004 (Lampiran II tentang persyaratan tenaga, kurikulum dan pemeriksaan kesehatan lingkungan rumah sakit) yaitu penanggungjawab kesehatan lingkungan di rumah sakit kelas C dan D (rumah sakit pemerintah) dan yang setingkat adalah seorang tenaga yang memiliki kualifikasi sanitarian serendah-rendahnya berijazah diploma (D3) di bidang kesehatan lingkungan. Selain itu, dapat mengadakan pelatihan, studi banding maupun kegiatan lain yang bersifat menambah ilmu petugas sanitarian mengenai limbah cair rumah sakit dan IPAL.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan efisiensi rata-rata parameter NH_3 37%, NH_4 36,9%, dan H_2S 39,6%. Efisiensi removal NH_3 adalah 90–95% sehingga IPAL rumah sakit tidak efisien dalam mengolah limbah cair dan menimbulkan bau pada outlet IPAL. Alternatif penyebab bau sebagai dampak operasional dan pemeliharaan IPAL adalah tidak terdapat penangkap lemak, reaktor pengendap awal kurang berfungsi dengan baik, proses aerasi yang kurang sempurna, dan proses klorinasi kurang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Purwanto, Didik Sugeng. (2004). *Pengelolaan Limbah Cair Teori Praktis Untuk Tenaga Sanitasi*. Surabaya: Jurusan Kesehatan Lingkungan
- Purwanto, Didik Sugeng. (2006). *Pengelolaan Limbah Cair*. Surabaya: Duatujuh
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia