

# PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI *PLASTICIZER* DENGAN PENAMBAHAN OKSIDATOR KUAT

## TREATMENT OF *PLASTICIZER* INDUSTRIAL WASTE WATER WITH THE APPLICATION OF STRONG OXIDATORS

Ipung Fitri Purwanti dan Unggul Baskoro  
Jurusan Teknik Lingkungan-FTSP ITS

Telepon: 0315948886

email: purwanti@enviro.its.ac.id dan Unggul\_b@yahoo.com

### Abstract

This research was aimed to analyze the effect of strong oxidator addition for COD and isopropanol removals in plasticizer wastewater. This research used wastewater from the inlet and outlet of DV-03 in PT Petronika Gresik. Strong oxidators were added into the reactor with a coagulation rate of 100 rpm for 10 minutes. The flocculation mixing rate was 40 rpm for 60 minutes. The wastewater samples were collected within 1 hour and 24 hours after the mixing process for COD and isopropanol measurements. The results showed that the COD removal was 46% and that of for isopropanol was 82% with the addition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. The addition of fenton reagent (Fe<sup>2+</sup> and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1:4) at dose of 40 g/L removed 96% of COD and 93% of isopropanol in the outlet DV-03 wastewater samples.

Keywords: strong oxidators, plasticizer wastewater, isopropanol

### 1. PENDAHULUAN

Industri *Diocetyl Phthalate* (DOP) menghasilkan limbah yang berbau menyengat dan bersifat toksik. Hasil analisis awal air limbah berdasarkan sampel yang diambil pada titik sebelum masuknya air limbah pada proses evaporator (inlet DV-03) adalah 8600 mg/L O<sub>2</sub> COD; 1012 mg/L TSS; 4,5 untuk pH; 5200 mg/L IPA (isopropanol); dan kandungan minyak-lemak menunjukkan hasil 420 mg/L. Sedangkan kandungan limbah pada sampel yang diambil di titik setelah proses evaporator (outlet DV-03) dengan parameter yang sama adalah: 6300 mg/L O<sub>2</sub> COD; 736 mg/L TSS; 5,4 untuk pH, 4490 mg/L dan minyak-lemak menunjukkan hasil 186 mg/L.

Kandungan senyawa isopropanol yang bersifat toksik masih ada pada efluen pengolahan. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk menyisihkan senyawa isopropanol sebelum air limbah dibuang ke badan air atau lingkungan. Dengan demikian industri

telah ikut berperan dalam mewujudkan industri yang bersih dan ramah terhadap lingkungan.

Teknologi proses oksidasi telah banyak diterapkan dalam menyisihkan senyawa organik toksik baik yang *biodegradable* maupun *non-biodegradable*. Prinsip dasar proses ini adalah memanfaatkan adanya ion hidroksil bebas (OH<sup>o</sup>) yang mampu memecah rantai karbon senyawa organik. Ion hidroksil bebas tersebut dapat terbentuk dari adanya energi yang diserap oleh oksidan. Energi tersebut merupakan hasil yang timbul dari penambahan logam Fe<sup>2+</sup> yang digunakan untuk mempercepat reaksi pembentukan ion hidroksil bebas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (fenton) terhadap penyisihan COD dan Isopropanol dalam air limbah *plasticizer*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan dosis peroksida dan fenton yang

paling efektif dalam penysisihan senyawa organik dalam air limbah *plasticizer*.

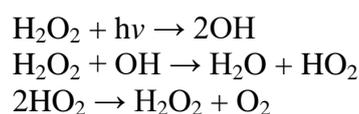
Isopropanol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O) disebut juga dimethyl Carbinol, isopropyl alcohol, 2 propanol, atau IPA. Isopropanol memiliki rumus formula CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub> yang merupakan cairan tanpa warna pada suhu ruangan (25°C). Isopropanol memiliki bau cukup menyengat, dan merupakan cairan mudah terbakar. Isopropanol bersifat racun serta dapat larut dalam air tetapi tidak beraksi dengan air dan juga dapat terakumulasi dalam makhluk hidup. Senyawa ini memiliki titik didih 82,5°C dan hanya bereaksi dengan oksidator kuat.

Isopropanol digunakan sebagai bahan pelarut dan dalam pembuatan banyak produk komersil. Penggunaan-penggunaan dan sumber spesifik termasuk suatu komponen dari bahan anti beku; suatu bahan pelarut untuk karet, lak, minyak atsiri, cairan pengawet kayu dan damar; manufaktur dari aseton, bahan penting pelumas, proses ekstraksi alkaloid. Isopropanol dapat masuk lingkungan sebagai emisi (pancaran) jika dibuat dan digunakan sebagai suatu bahan pelarut (Amoore dan Hautala, 1983 dalam Burleigh-Flayer *et al.* 1997).

Prinsip proses oksidasi lanjut adalah memanfaatkan kemampuan oksidator, kemudian dapat dilanjutkan dengan proses sedimentasi (Navarro, *et al.* 2005). Proses oksidasi lanjut (*Advanced Oxidation Process*) fotokimia yang melibatkan proses mineralisasi dan pembentukan radikal hidroksil (OH<sup>o</sup>) akibat radiasi sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu alternatif untuk mempercepat proses pemecahan kontaminan organik dalam air (Bagastyo, 2006).

Peroksida bersama Fe<sup>2+</sup> membentuk hidroksil radikal dengan kemampuan oksidatif relatif yang lebih besar dari peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) mengoksidasi zat-zat dalam limbah termasuk zat organik didalamnya. Oleh sebab itu, dengan kemampuan oksidasi yang lebih besar maka lebih cepat dan kuat dalam proses

mengoksidasi. Kekuatan dan kecepatan proses mengoksidasi tersebut ditunjukkan dengan penurunan sisa H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang cepat pada awal proses dan kemudian melambat (Munanto, 2006). Selama proses dilakukan radiasi dengan mereaksikan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan UV. Reaksi-reaksi yang terjadi pada proses tersebut adalah sebagai berikut (Navarro, *et al.*, 2005):



Reagen fenton, merupakan pemecah reaksi homogen dan dapat diterima oleh lingkungan. Gabungan antara hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) dan Fe<sup>2+</sup> atau Fe<sup>3+</sup> menyebabkan hidroksil radikal. Mekanisme oksidasi senyawa organik dengan reagen fenton sangatlah kompleks dan mengikuti beberapa tahapan (Heredia, Dominguez, dan Partido, 2005).

Proses oksidasi oleh peroksida pada zat-zat dalam limbah painting berdampak pada penurunan TSS dan kekeruhan. Penurunan ini terjadi karena hasil dari oksidasi peroksida tersebut dapat mengendap dan terpisah dari limbah menjadi lumpur yang cukup halus (Munanto, 2006). Dengan dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 19000 mg/L diperoleh penurunan terbesar pada komposisi fenton 1:4 (Fe<sup>2+</sup>: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wt/wt). Penurunan tersebut, yaitu COD 90,49 % (dari 4520 mg/L menjadi 430 mg/L), TSS 88,9% (dari 108 mg/L menjadi 12 mg/L), dan kekeruhan 86,3% (dari 586 NTU menjadi 80,4 NTU), namun pada komposisi dan dosis ini meningkatkan warna sebesar 64,5% (Munanto, 2006). Kemampuan hidrogen peroksida dalam menurunkan warna pada air limbah tekstil dapat mencapai 99,2 % dengan dosis optimum 0,05 % (Fifiani, 2004).

## 2. METODOLOGI

Analisis senyawa isopropanol dilakukan dengan menggunakan alat kromatografi gas dengan spesifikasi GC-8A, Shimadzu, PEG-20 M (polyethylene glycol), on chromosorb AW (DMCS) 60/80 msh, data processor C-R 5A, dengan sampel 0,1µl.

Analisis COD bertujuan untuk mengetahui besarnya penghilangan senyawa organik dengan proses oksidasi  $H_2O_2$  dan  $Fe^{2+}:H_2O_2$  (Fenton). Analisis COD dilakukan dengan menggunakan metoda refluks terbuka. Pengadukan cepat 100 rpm dilakukan selama 10 menit. Kemudian dilakukan pengadukan lambat 40 rpm selama 60 menit dan sampel diuji setelah didiamkan 1 jam dan 24 jam (Heredia, 2005 dan Munanto, 2006).

Penentuan dosis oksidator disesuaikan dengan kebutuhan  $H_2O_2$  secara teoritis untuk menyisihkan COD dengan persamaan sebagai berikut:

$$H_2O_2 \text{ (mg/L)} = \text{COD (mg/L)} \times 2,13$$

Komposisi dosis fenton yang digunakan pada penelitian ini adalah 1:4. Perbandingan ini mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya yang mendapatkan dosis optimum pada proses pengolahan dengan limbah yang berbeda (Munanto, 2006; Gogate, Pandit, dan Aniruddha, 2004; dan Kondo *et al.* (2002).

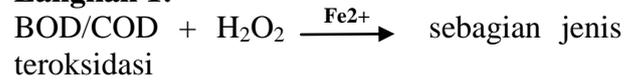
Penelitian ini akan menggunakan sampel yang berasal dari industri *plastizicer* di Gresik. Titik pengambilan sampel adalah pada inlet DV-03 (T1) yang merupakan titik sebelum proses pengolahan secara evaporasi Selain itu, sampel juga diambil di outlet DV-03 (T2) yang merupakan titik sebelum masuk proses adsorpsi dengan karbon aktif. Parameter utama yang akan dianalisis adalah COD dan isopropanol, sedangkan parameter pH hanya digunakan sebagai kontrol selama proses penelitian berlangsung.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

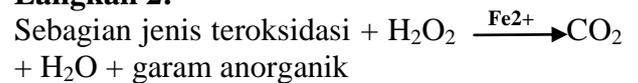
Berdasarkan percobaan pendahuluan yang dilakukan dengan penambahan  $H_2O_2$  pada variasi 10 g/L, 30 g/L, dan 50 g/L didapatkan dosis efektif  $H_2O_2$  maupun fenton. Penggunaan  $H_2O_2$  ini cukup efektif untuk penurunan COD dan IPA pada konsentrasi 10 g/L, sedangkan penggunaan fenton paling efektif dengan penambahan dosis hingga 50 g/L.

Pada penggunaan fenton terjadi proses oksidasi yang menyebabkan terbentuknya radikal hidroksil sehingga terjadi dua mekanisme yaitu pemisahan hidrogen dan penambahan oksigen yang mendominasi reaksi.

#### Langkah 1:



#### Langkah 2:

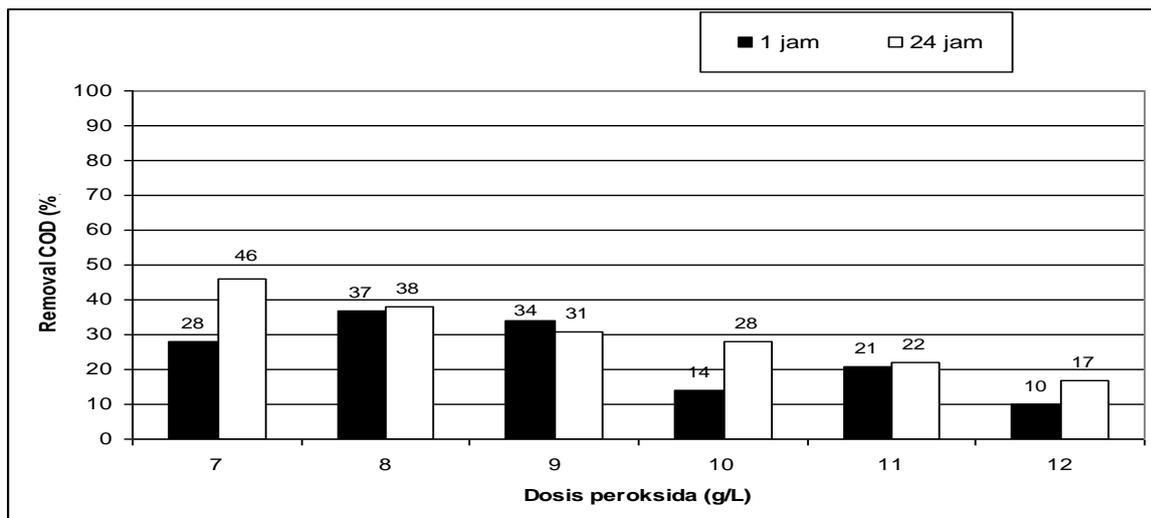


Dengan oksidasi lebih lanjut (pada pengurangan BOD/COD) secara umum tergantung pada jumlah peroksida yang dipergunakan. Secara teoritis kebutuhan  $H_2O_2$  adalah berkisar 2,1 lb (100%) untuk setiap 1 lb BOD/COD teroksidasi. Penambahan konsentrasi dosis fenton terhadap COD pada sampel Inlet DV-03 akan menyebabkan semakin menurunnya konsentrasi COD.

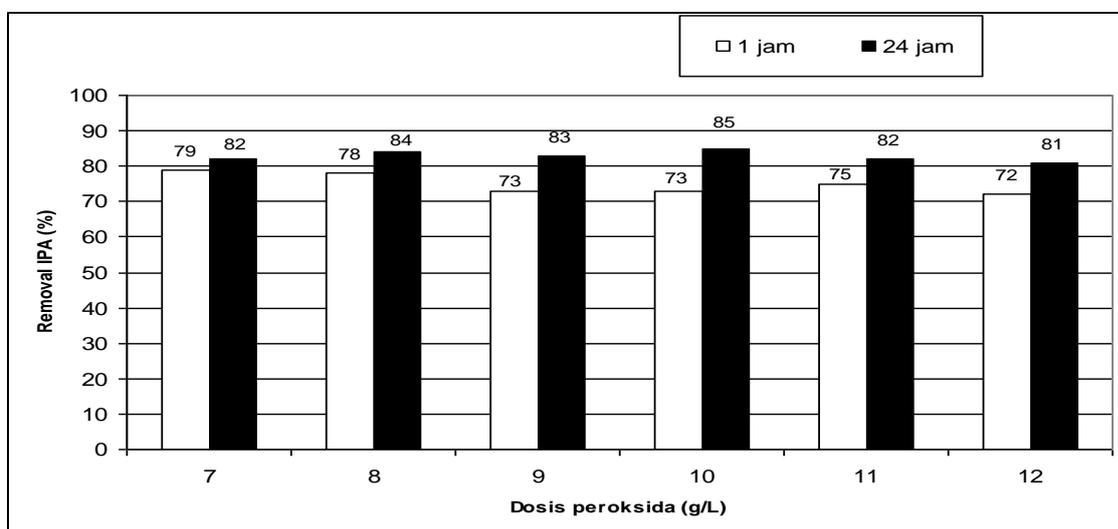
Berdasarkan dosis penambahan konsentrasi oksidator paling efektif yang telah didapatkan, dilakukan pemilihan dosis optimum. Pemilihan dosis optimum dilakukan dengan menetapkan rentang dosis yang lebih sempit pada tiap jenis oksidator. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 1 hingga Gambar 4 serta Tabel 1 hingga Tabel 4.

**Tabel 1.** Penentuan Dosis Optimum  $H_2O_2$  terhadap COD

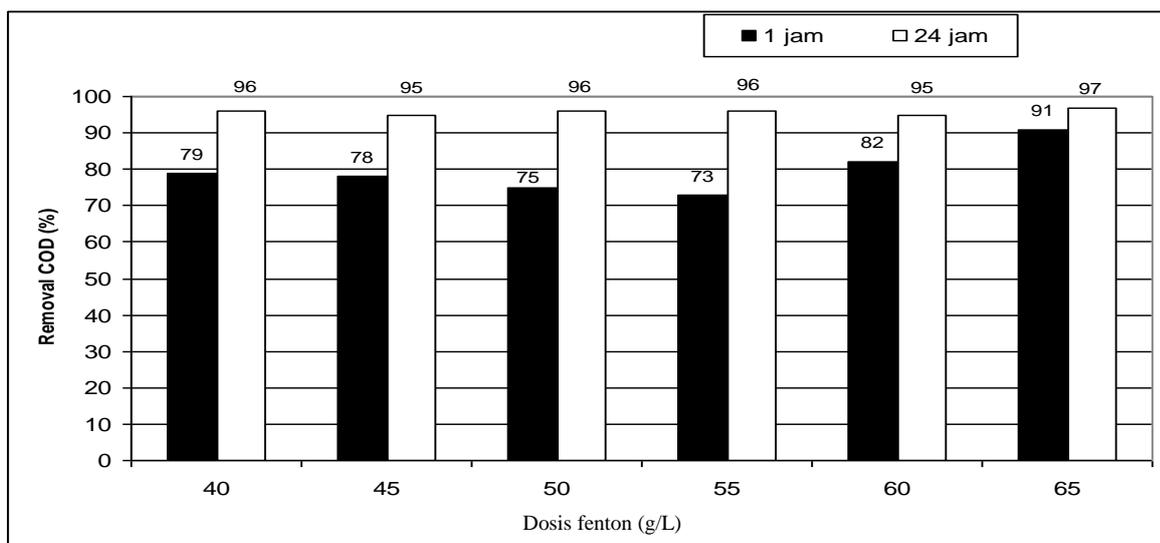
Konsentrasi awal COD = 4390 mg/L				
Oksidan	$H_2O_2$ (g/L)	Waktu (jam)	COD (mg.L <sup>-1</sup> )	Perubahan (%)
$H_2O_2$	7	1	3149	-28.27
		24	2391	-45.54
	8	1	2765	-37.02
		24	2705	-38.38
	9	1	2918	-33.53
		24	3018	-31.25
	10	1	3763	-14.28
		24	3175	-27.68
	11	1	3456	-21.28
		24	3410	-22.32
	12	1	3955	-9.91
		24	3646	-16.95



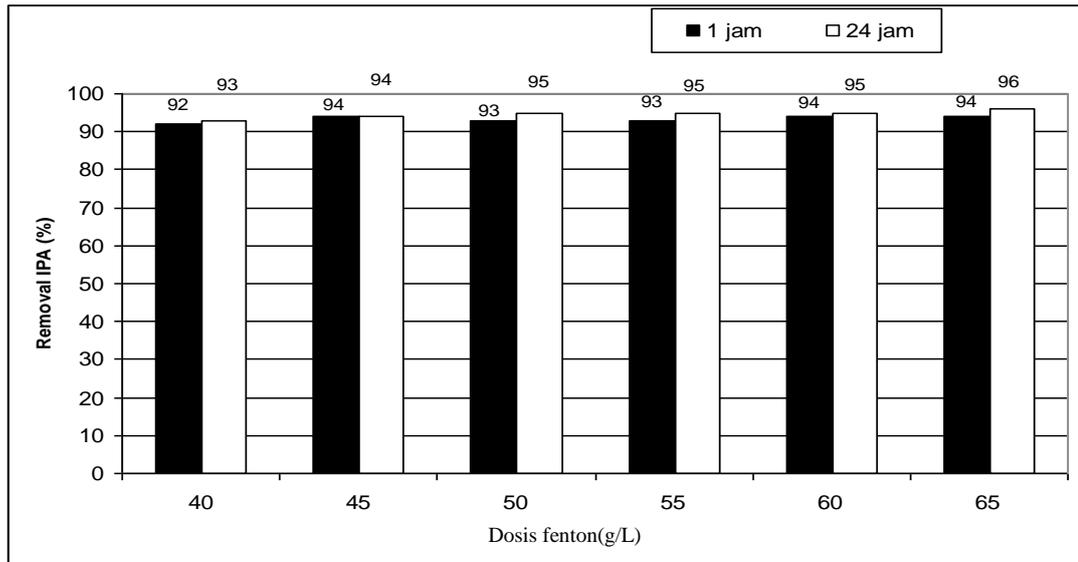
Gambar 1. Grafik Penentuan Dosis Optimum H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap COD



Gambar 2. Grafik Penentuan Dosis Optimum H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Pada IPA



Gambar 3. Grafik Pengaruh Dosis Optimum Fenton Pada Removal COD



**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Dosis Optimum Fenton Pada Removal IPA

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 tampak bahwa penurunan konsentrasi COD terbesar terjadi pada jam ke 24 pada semua variasi dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Penurunan konsentrasi COD pada dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 7 g/L mencapai 46% dengan konsentrasi awal COD 4390 mg/L setelah oksidasi selama 24 jam. Proses tersebut dapat berlangsung karena adanya reaksi dekomposisi spontan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang tidak stabil. Proses ketidakstabilan ini dikarenakan adanya pengaruh suhu ruang sehingga terjadi proses hidrolisa dalam air.

Selain itu, penggunaan oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan dosis sebesar 7 g/L pada air limbah *plasticizer* dapat menurunkan kadar IPA sampai 82%. Nilai COD setelah penambahan oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mencapai 2391 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa masih diperlukan pengolahan lanjutan. Berdasarkan Tabel 3 tampak bahwa pada jam ke 24 dengan variasi dosis yang berbeda terdapat pengurangan konsentrasi parameter COD. Penurunan konsentrasi COD mencapai sebesar 97%.

**Tabel 2.** Penentuan Dosis Optimum H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap IPA

Konsentrasi Awal Isopropanol = 1736 mg/L				
Oksidan	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (g/L)	Waktu (jam)	IPA (mg.L <sup>-1</sup> )	Perubahan (%)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	7	1	365	-78.97
		24	313	-81.97
	8	1	383	-77.94
		24	285	-83.58
	9	1	461	-73.44
		24	296	-82.95
	10	1	462	-73.39
		24	257	-85.20
	11	1	430	-75.23
		24	304	-82.49
	12	1	478	-72.47
		24	325	-81.28

**Tabel 3.** Penurunan COD Pada Penggunaan Fenton

Konsentrasi awal COD = 4390 mg/L				
Koagulan	Kadar fenton (g/L)	Waktu (jam)	COD (mg.L <sup>-1</sup> )	Perubahan (%)
Fe <sup>2+</sup> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (1:4)	40	1	911	79.25
		24	158	96.40
	45	1	950	78.36
		24	238	94.58
	50	1	1109	74.74
		24	158	96.40
	55	1	1188	72.94
		24	158	96.40
	60	1	792	81.96
		24	238	94.58
	65	1	396	90.98
		24	119	97.29

Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi pengurangan konsentrasi senyawa IPA sebesar 96%. Keduanya terjadi pada dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebesar 65 g/L, yang merupakan dosis tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin pekat konsentrasi fenton akan menjadikan reaksi menjadi lebih sempurna. Selain itu, semakin pekat konsentrasi fenton maka akan semakin mempercepat terbentuknya produk.

Berdasarkan SK Gubernur Jatim No. 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi

Industri. Industri PT Petronika mengikuti baku mutu air limbah untuk industri pupuk ZA, standar efluen untuk beberapa parameter adalah sebagai berikut: 200 mg/L COD; 200 mg/L TSS; 100 mg/L NH<sub>3</sub>-N; 6-9 untuk pH.

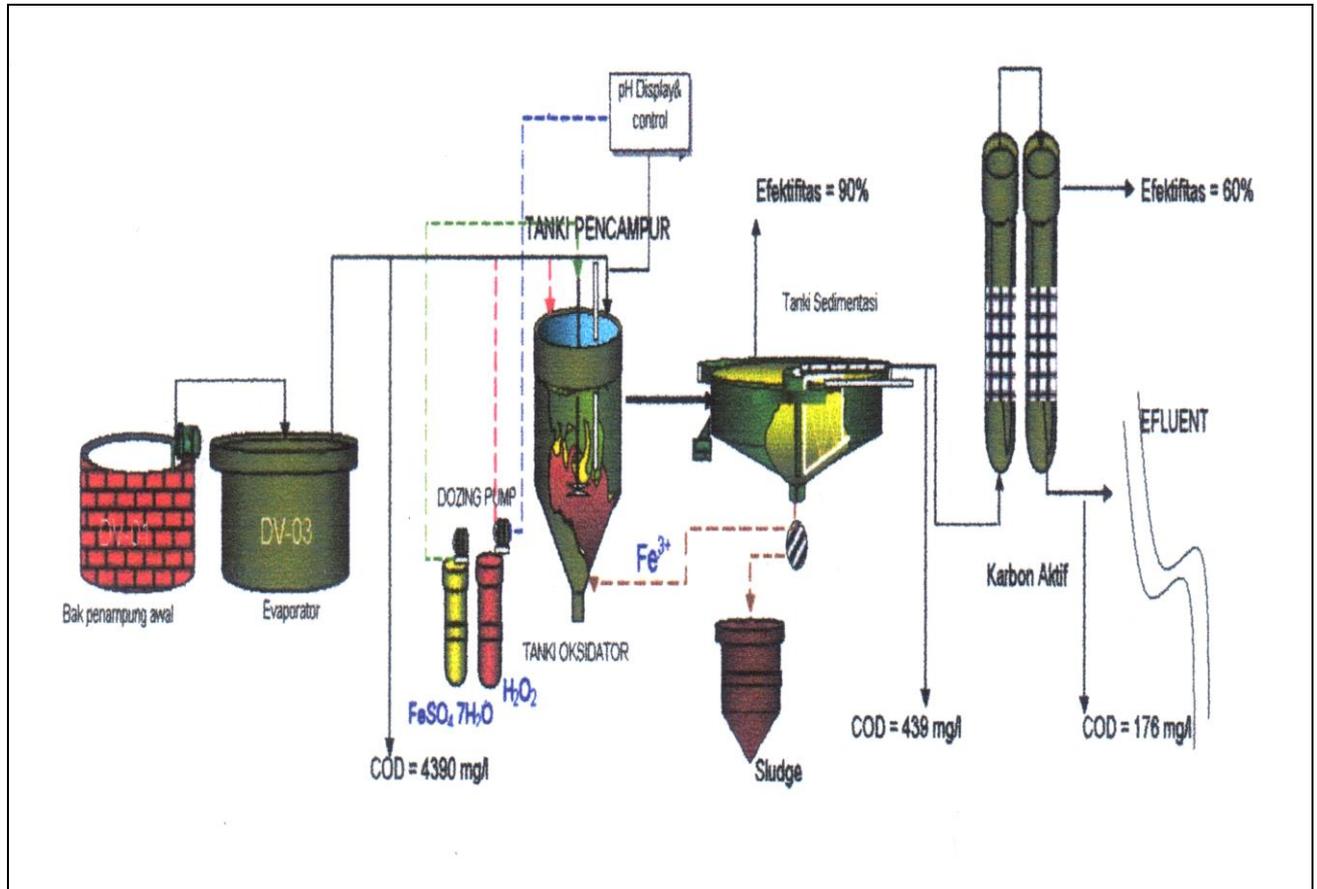
Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan oksidator fenton sebesar 40 gram/L (variasi dosis terendah) dapat menurunkan COD hingga konsentrasi 158 mg/L (96%). Pada penambahan 65 g/L fenton (variasi dosis tertinggi) dapat mencapai konsentrasi COD sebesar 119 mg/L.

**Tabel 4.** Penurunan IPA Pada Penggunaan Fenton

Konsentrasi Awal Isopropanol = 1736 mg/L				
Oksidan	Kadar Fenton (g/L)	Waktu (jam)	IPA (mg.L <sup>-1</sup> )	Perubahan (%)
Fe <sup>2+</sup> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (1:4)	40	1	146	91.59
		24	115	93.38
	45	1	109	93.72
		24	111	93.61
	50	1	130	92.51
		24	81	95.33
	55	1	127	92.68
		24	79.6	95.41
	60	1	105	93.95
		24	89	94.87
	65	1	103	94.07
		24	75	95.68

Penambahan fenton pada pengolahan air limbah industri PT. Petronika cukup menggunakan dosis 40 g/L dan akan didapatkan konsentrasi COD akhir yang memenuhi baku mutu. Selain itu, untuk menghilangkan warna semu akibat penam-

bahan ferro sulfat dan menghemat pemakaian reagen fenton (penurunan efektifitas sebesar 6%) dapat ditambahkan karbon aktif dengan efektifitas 60%. Gambar 5 menunjukkan diagram alir pengolahan air limbah dengan penambahan fenton di PT Petronika.



**Gambar 5.** Diagram Alir Pengolahan Air Limbah Dengan Penambahan Fenton

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan oksidator  $H_2O_2$  pada air limbah *plasticizer* dengan dosis sebesar 7 g/L menghasilkan penurunan konsentrasi COD dan IPA sebesar 46% dan 82%. Penurunan tersebut berturut-turut terjadi pada pengadukan 100 rpm selama 10 menit dan 40 rpm selama 60 menit pada jam ke 24.

Sedangkan untuk penambahan oksidator fenton 40 g/L (komposisi  $Fe^{2+}:H_2O_2 = 1:4$ ) pada outlet DV-03 menghasilkan konsentrasi penyisihan COD dan IPA masing-masing sebesar 96% dan 93% dengan pengadukan

100 rpm selama 10 menit dan 40 rpm selama 60 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bagastyo, A., (2006). Pengaruh  $H_2O_2$  dan  $TiO_2$  Terhadap Proses Oksidasi Fotokimia untuk Degradasi Senyawa Endosulfan yang Terlarut Dalam Air. Tesis. Program Pascasarjana Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Burleigh-Flayer H, Neptun, D., Bevan, C., Gardiner, T., Kapp, R., Tyler, T., dan

- Wright, G. (1997). Isopropanol Vapor Inhalation Oncogenicity Study in Fischer 344 rats and CD-1 mice. *Fundam. Applied Toxicology*. 36(2). 95-111.
- Fifiani, M. (2004). Studi Penurunan Warna Reaktif Pada Air Limbah Tekstil Dengan Proses Fotokimia UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>, Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Gogate, Parag R., Pandit, dan Aniruddha B. (2003). A Review of Imperative Technologies for Wastewater Treatment I: Oxidation Technologies at Ambient Conditions, Mumbai, India.
- Heredia, J.B. , Dominguez JR, dan Partido E. (2005). Physico-Chemical Treatment for The Depuration of Wine Distillery Wastewaters (Vinasses), Dpto. Ingenieria Quimica y Energetica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Badajoz, Spain.
- Kondo M. M., Arcos, Maria A. S. V., dan Grassi, M.T., (2002). Dissolved Organic Carbon Determination Using FIA and Photo-Fenton Reaction, Departamento de Fisica e Quimica, Escola Federal de Engenharia de Itajuba, 37500-176, Itajuba-MG, Brazil.
- Munanto, G. (2006). Pengolahan Limbah Cair *Painting* Industri *Furniture* dengan Metode Oksidasi Fenton. Tesis. Magister Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Navarro, J. Sarasa, D. Sierra, S. Esteban and J.L. Ovelleiro. (2005). Degradation of Wine Industry Wastewaters by Photocatalytic Advanced Oxidation. Departement of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Zaragoza, Spain