

# **PENURUNAN KONSENTRASI COD DAN FENOL AIR LUMPUR LAPINDO DENGAN METODE OKSIDASI FENTON DAN UV**

## **REMOVAL OF COD AND PHENOL IN LAPINDO'S MUD FILTRATE BY USING FENTON AND UV OXIDATION METHOD**

**Evy Hendriarianti dan Tuani Lidiawati**  
**Jurusan Teknik Lingkungan, ITN, Malang**  
**Email: hendriarianti@yahoo.com**

### **Abstrak**

Penelitian dilakukan untuk mengetahui penurunan kandungan COD dan fenol pada air lumpur dengan metode oksidasi Fenton dan UV setelah sebelumnya diolah dengan proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi. Variasi perlakuan adalah intensitas UV, konsentrasi  $H_2O_2$  dan konsentrasi  $FeSO_4$ , dengan lama penyinaran 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan prosentase penurunan COD 92,71% dan penurunan fenol 100% (fenol tak terdeteksi) dihasilkan pada variasi UV 36 Watt,  $H_2O_2$  250 mg/L dan variasi UV 36 Watt,  $H_2O_2$  500 mg/L. Sedangkan pada variasi Fenton ( $H_2O_2$  500 mg/L :  $FeSO_4$  100 mg/L) dan UV 72 Watt didapatkan prosentase penurunan COD 84,24%. Prosentase penurunan fenol 98,84% didapatkan pada variasi Fenton ( $H_2O_2$  500 mg/L :  $FeSO_4$  100 mg/L) dan UV 36 Watt.

Kata kunci : COD, fenol, air lumpur Lapindo, oksidasi Fenton/UV

### **Abstract**

This research was carried out to investigate the removal of COD and phenol sludge filtrate by Fenton oxidation and UV after the treatment of coagulation-flocculation-sedimentation. Variation of treatments included UV intensity,  $H_2O_2$  and  $FeSO_4$  concentration, and illumination time was 3 hours. The results showed that 92,71 % of COD removal and 100% of phenol removal (undetectable phenol) occurred at 36 Watt of UV, 250 mg/L of  $H_2O_2$  and at 36 Watt of UV, 500 mg/L of  $H_2O_2$ . While 84,24% of COD removal occurred at Fenton variation of 500 mg/L of  $H_2O_2$  : 100 mg/L of  $FeSO_4$  and 72 watt of UV light. Phenol removal of 98,84 % occurred at Fenton variation of 500 mg/L of  $H_2O_2$  : 100 mg/L of  $FeSO_4$ . and 36 watt of UV light.

Keywords: COD, fenol, Lapindo's mud filtrate, Fenton's/UV oxidation

## **1. PENDAHULUAN**

Permasalahan lumpur Lapindo di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, sampai saat ini masih belum bisa diselesaikan secara tuntas baik dari segi penghentian aliran lumpur maupun dari segi penanganan lumpur yang eluar. Dampak lingkungan yang bisa timbul dengan tingginya kandungan COD dan fenol pada air lumpur adalah penurunan kualitas lingkungan apabila air lumpur tersebut dibuang ke badan air.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian untuk mereduksi COD dan fenol air lumpur Lapindo dengan menggunakan metode adsorpsi, mikrofiltrasi dan oksidasi fotokimia setelah proses koagulasi flokulasi dan sedimentasi, sebagai pengolahan lanjut. Dari proses adsorpsi dengan karbon aktif, nilai COD mengalami penurunan

sebesar 16,67% dari konsentrasi 1344 mg/L. Proses mikrofiltrasi dengan *membran cellulose nitrate* berukuran pori 0,2  $\mu m$  tidak mampu menurunkan COD sama sekali, sedangkan proses oksidasi fotokimia dengan intensitas sinar UV 36 watt, 250 mg/L  $H_2O_2$  50% sebagai oksidator dan 50 mg/L  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  jenis p.a sebagai katalisator, mampu menurunkan COD sebesar 560 mg/L atau 33,33% dari konsentrasi 1680 mg/L. Pada penelitian ini juga diperoleh penurunan nilai fenol sebesar 4,1 mg/L atau 44,09% dari konsentrasi 9,3 mg/L melalui proses oksidasi fotokimia. Dari hasil tersebut nilai COD dan fenol masih diatas baku mutu yang disyaratkan dengan nilai COD 1120 mg/L dan fenol 5,20 mg/L (Hendriarianti, E dan Lidiawati, T, 2006).

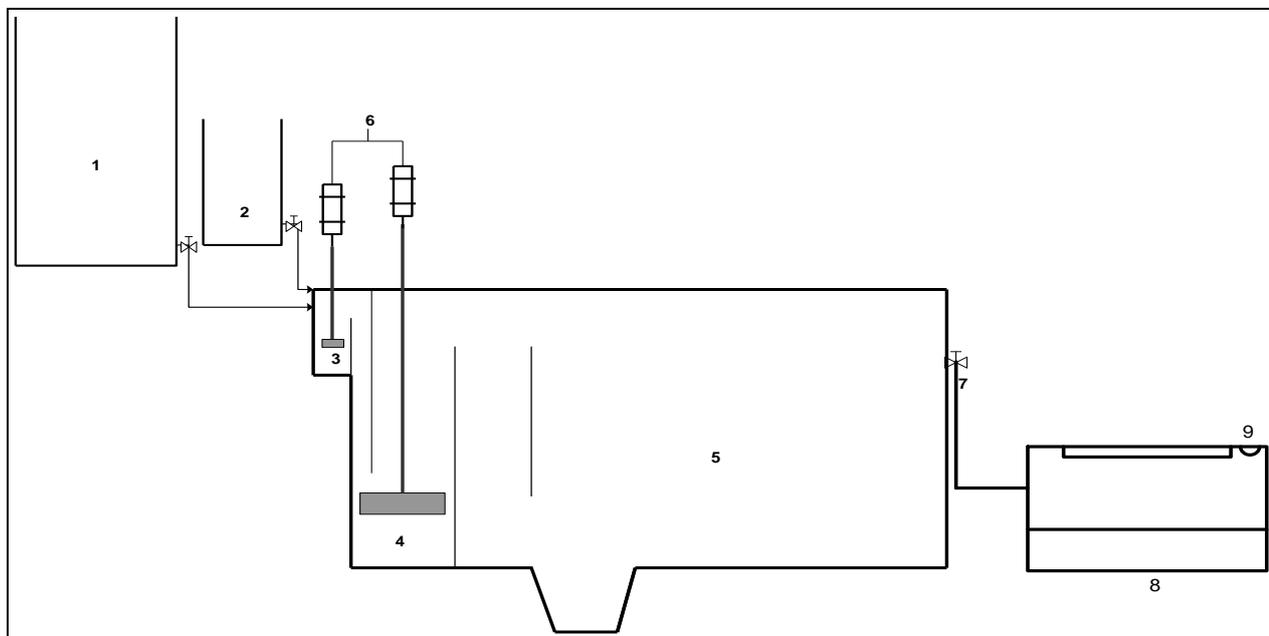
Dengan melihat hasil penelitian sebelumnya tersebut diatas, penelitian ini bertujuan untuk lebih

mengoptimalkan penurunan COD dan fenol air lumpur Lapindo melalui proses oksidasi fotokimia dengan memberikan variasi perlakuan intensitas sinar UV, konsentrasi oksidator  $H_2O_2$  50% dan konsentrasi katalisator  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  sebagai pengolahan lanjut setelah proses koagulasi,

flokulasi dan sedimentasi yang menggunakan koagulan tawas.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Rangkaian alat penelitian tampak pada Gambar 1.



Keterangan:

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Bak Penampung Limbah   | 6. Motor Pengaduk                |
| 2. Bak Penampung Koagulan | 7. Outlet                        |
| 3. Bak Koagulasi          | 8. Reaktor Oksidasi Fotokimia    |
| 4. Bak Flokulasi          | 9. Lubang Untuk Mengambil Sampel |
| 5. Bak Sedimentasi        |                                  |

**Gambar .1** Rangkaian Alat Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi-Oksidasi Fotokimia

### Sampel

Sampel air lumpur Lapindo diambil dari kolam penampungan Jatirejo pada tanggal 21 September 2006, sebanyak  $\pm 100$  liter. Sampel tersebut kemudian diukur suhu, pH, kekeruhan, COD dan fenol untuk mengetahui nilai awal parameter-parameter tersebut. Suhu diukur dengan termometer, pH dengan pHmeter, kekeruhan diukur dengan metode nefelometrik (unit kekeruhan nefelometrik/NTU) sedangkan analisa COD dan fenol dilakukan oleh Laboratorium Jasa Tirta I dengan metode *Closed Reflux Titimetric* untuk COD dan metode *QI/LKA/13* (spektrofotometri) untuk analisa fenol. Dalam percobaan selanjutnya analisa COD dan fenol dilakukan oleh Laboratorium Jasa Tirta I.

### Penentuan Dosis Optimum Koagulan Tawas

Percobaan dilakukan dengan alat *jar test* dengan volume 0,5 liter dan konsentrasi tawas adalah 25

mg/L, 50 mg/L, 75 mg/L, 100 mg/L, 125 mg/L dan 150 mg/L. Dimana kecepatan pengadukan cepat 100 rpm dengan waktu 1 menit dan kecepatan pengadukan lambat 40 rpm dengan waktu 30 menit.

Dari percobaan didapatkan dosis optimum koagulan adalah 50 mg/L, karena menghasilkan konsentrasi kekeruhan akhir terendah, yaitu 1,5 NTU. Dosis tersebut akan digunakan sebagai dasar pada proses koagulasi-flokulasi selanjutnya.

### Proses Koagulasi-flokulasi-sedimentasi dan Oksidasi Fotokimia

Bak-bak yang digunakan terbuat dari kaca, sebelum dialirkan ke bak koagulasi air limbah ditampung dalam bak penampung berkapasitas 60 liter.

Bak koagulasi berukuran 8 cm x 8 cm x 8 cm dengan kapasitas 0,5 liter dilengkapi dengan

pengaduk berjenis *paddle 2 blade*, kecepatan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit.

Bak flokulasi berukuran 31 cm x 22 cm x 22 cm dengan kapasitas 15 liter dilengkapi dengan pengaduk dengan jenis *paddle 2 blade*, kecepatan pengadukan 40 rpm selama 30 menit.

Bak sedimentasi berkapasitas 30 liter dilengkapi dengan ruang lumpur dengan volume 3 liter. Waktu pengendapan (sedimentasi) adalah 60 menit.

Setelah 60 menit limbah dalam bak sedimentasi dialirkan ke reaktor oksidasi melalui outlet.

Reaktor oksidasi fotokimia berukuran 140cm x 35 cm x 30 cm dilengkapi dengan lampu UV ( $\lambda$ : 100 nm-280 nm, UV-C), lubang untuk mengambil sampel berukuran 5cm x 5cm, dan penutup kotak terbuat dari aluminium. Didalam reaktor terdapat reaktor oksidasi terbuat dari kaca berukuran 120 cm x 15 cm x 10 cm yang digunakan sebagai wadah untuk mengolah limbah. Volume limbah yang diolah adalah 3,6 liter dengan tinggi limbah dalam reaktor oksidasi adalah 2 cm, jarak lampu UV ke permukaan limbah 10 cm, dengan waktu oksidasi selama 3 jam.

**Variasi Penelitian**

Variasi penelitian ditunjukkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Variasi Penelitian**

Variasi	Perlakuan		
	Intensitas UV	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Konsentrasi FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
A1	36 watt	250 mg/L	-
A2	36 watt	500 mg/L	-
A3	72 watt	250 mg/L	-
A4	72 watt	500 mg/L	-
B1	36 watt	250 mg/L	50 mg/L
B2	36 watt	500 mg/L	100 mg/L
B3	72 watt	250 mg/L	50 mg/L
B4	72 watt	500 mg/L	100 mg/L

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Awal Sampel Air Lumpur**

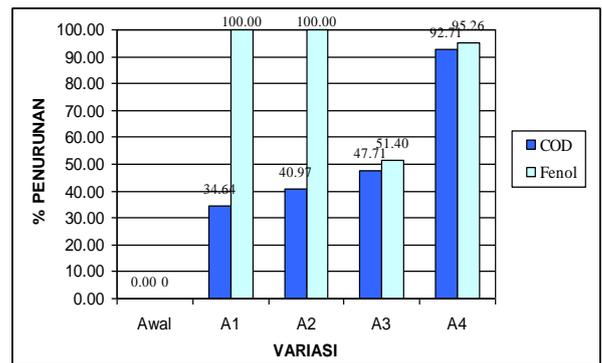
Parameter yang di analisa meliputi pH, suhu, kekeruhan, COD dan phenol (Tabel 2).

**Tabel 2. Konsentrasi Awal Sampel**

Parameter	Nilai
pH	7,21
Suhu	25°C
Kekeruhan	25,76 NTU
COD	5760 mg/L
Phenol	4,14 mg/L

**Pengaruh UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Pada Penurunan COD dan Fenol**

Pengaruh UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap penurunan konsentrasi COD dan fenol ditunjukkan dalam Gambar 2.



**Gambar 2. Presentase Penurunan COD dan Fenol dengan UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Dari Gambar 2 terlihat bahwa pada variasi A4, intensitas UV 72 Watt dan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 500 mg/L terjadi penurunan konsentrasi COD paling besar yaitu 92,71%. Hal tersebut membuktikan bahwa intensitas UV dan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mempengaruhi terjadinya reaksi oksidasi oleh radikal hidroksil. Semakin besar intensitas UV dan semakin tinggi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> akan menghasilkan presentase penurunan COD yang semakin besar.

Sedangkan penurunan konsentrasi fenol 100 % (Fenol tidak terdeteksi ) terjadi pada intensitas UV 36 watt yaitu pada variasi A1 dan A2 (pada intensitas UV yang lebih kecil). Radiasi UV intensitas tinggi bereaksi dengan oksidan melalui photolisis untuk menghasilkan radikal hidroksil reaktif, yang akan menyerang molekul organik. Efisiensi dari photolisis tergantung pada: penyerapan UV oleh substrat, *quantum yield of photolisis*, kehadiran dari absorben UV kompetitif lainnya dan intensitas sumber UV. Adanya partikel-partikel koloid akan mengurangi kemampuan radiasi UV dalam menurunkan polutan organik karena partikel-partikel tersebut akan menghalangi penetrasi foton dan penyerapan energi foton oleh polutan organik.

Di dalam reaksi fotokimia ada beberapa senyawa yang bisa mengganggu jalannya reaksi, yaitu:

1. Ion karbonat/bikarbonat ( $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$ )  
Ion-ion tersebut diindikasikan dapat mengkonsumsi hidroksi radikal. Reaksi antara hidroksi radikal dengan  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{CO}_3^{2-}$  menghasilkan bentuk karbonat radikal ( $\text{HCO}_3^\bullet$  dan  $\text{CO}_3^\bullet$ ). Peningkatan konsentrasi dari karbonat radikal ini akan mengurangi konsentrasi dari hidroksi radikal dan mengurangi konsentrasi dari hidroksi radikal dan mengurangi laju penguraian dari zat organik.
2. Zat organik alami  
Proses degradasi dari polutan organik bisa terjadi dengan fotolisis secara langsung. Namun, kehadiran beberapa pengabsorpsi UV memungkinkan adanya efek yang signifikan tidak hanya pada laju fotolisis hidrogen peroksida tetapi juga laju fotolisis dari substrat karena penyerapan foton terhalangi oleh kehadiran zat organik alami.
3. *Inorganic hydroxyl radical scavenger*  
*Scavenger* adalah istilah yang digunakan bagi substrat yang bereaksi dengan hidroksi radikal tetapi tidak menghasilkan spesies, yang mempropagasi dalam rantai reaksi. *Scavenger* dapat menghalangi proses oksidasi dengan cara mengkonsumsi hidroksi radikal, hidrogen peroksida dan mengabsorpsi UV. Substrat yang termasuk *scavenger* adalah hidrogen peroksida berlebih, substansi humik, ion karbonat atau bikarbonat. *Scavenger* radikal bebas adalah senyawa yang mengkonsumsi spesies kimia, yang mempunyai setidaknya 1 elektron yang tidak berpasangan.

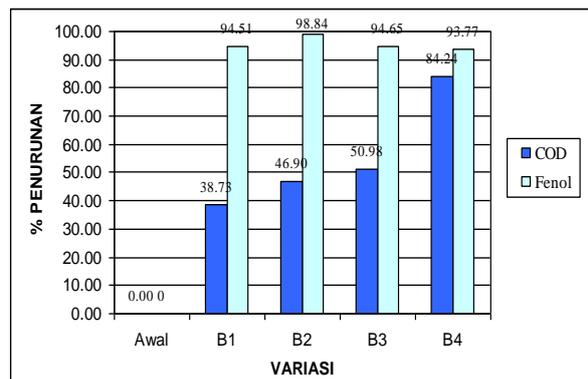
Tang (2004) menulis bahwa sinar UV tanpa hidrogen peroksida tidak terlalu efektif untuk mendegradasi polutan organik, sedangkan proses UV/ $\text{H}_2\text{O}_2$  dapat mendegradasi kontaminan organik baik secara langsung dengan fotolisis atau secara tidak langsung dengan radikal hidroksi. Jika panjang gelombang photon lebih dari 254 nm.

Radikal hidroksi berpengaruh besar terhadap terjadinya reaksi oksidasi. Radikal hidroksi mampu mengoksidasi senyawa-senyawa organik melalui hidroksilasi atau abstraksi hidrogen. Reaksi-reaksi ini menghasilkan radikal organik yang secara kontinyu bereaksi dengan  $\cdot\text{OH}$  untuk menghasilkan produk akhir seperti: karbondioksida, air dan garam-garam organik. Laju

dan efisiensi radikal hidroksi tergantung pada energi yang dibutuhkan untuk homolisa ikatan kimia senyawa dan konsentrasi hidrogen peroksida.

### Pengaruh Oksidasi Reagen Fenton dan UV pada Penurunan COD dan Fenol

Pengaruh reagen Fenton/UV terhadap penurunan konsentrasi COD dan fenol ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Prosentase Penurunan COD dan Fenol dengan Reagen Fenton/UV

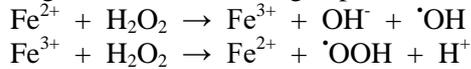
Prosentase penurunan COD terbesar seperti terlihat dalam Gambar 3 adalah pada variasi B4 ( $\text{H}_2\text{O}_2$  500 mg/L :  $\text{FeSO}_4$  100 mg/L) dan UV 72 Watt. Jika dilihat secara keseluruhan, terjadi peningkatan prosentase penurunan COD seiring dengan peningkatan intensitas UV yang diberikan dan peningkatan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  (perbandingan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{FeSO}_4$  sama untuk tiap perlakuan yaitu 1:5).

Dari Gambar 3 terlihat bahwa prosentase penurunan fenol terbesar (98,84%) didapatkan pada variasi B2, Fenton ( $\text{H}_2\text{O}_2$  500 mg/L :  $\text{FeSO}_4$  100 mg/L) dan UV 36 Watt.

Senyawa fenol yang terdapat dalam air lumpur merupakan suatu senyawa dengan gugus hidroksi yang terikat pada cincin aromatik dan merupakan salah satu senyawa organik yang efektif diolah dengan menggunakan fotokimia, hal tersebut terlihat pada hasil penelitian yang telah dilakukan. Oksidasi Fenol melibatkan pembentukan produk antara yaitu *catechol* dan *hydroquinone*. Catecol dapat dioksidasi menghasilkan asam muconik oleh hidrogen peroksida dan garam ferro.

Di dalam reaksi Fenton, reagen merupakan campuran dari Fe(II) dan hidrogen peroksida. Fe(II) bereaksi dengan peroksida membentuk Fe(III), radikal hidroksi dan anion hidroksida. Jika

radikal hidroksil tidak 'diperangkap' oleh spesies yang dapat bereaksi dengannya, Fe(II) lainnya akan bereaksi dengannya membentuk Fe(III) lain dan anion hidroksida. Reaksi oksidasi yang terjadi antara garam besi dan hidrogen peroksida:

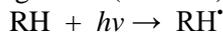


Pada reaksi pertama, reagen Fenton menghasilkan radikal hidroksil melalui reaksi antara  $\text{Fe}^{2+}$  dan hidrogen peroksida. Pada reaksi kedua dihasilkan radikal perhidroksil sebagai oksidator lemah yang lebih lemah dari radikal hidroksil. Namun radikal perhidroksil ini akan memainkan peranan penting karena dapat menstimulasi reaksi lebih jauh dengan hidrogen peroksida untuk memproduksi lebih banyak radikal hidroksil.

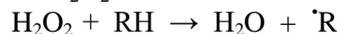
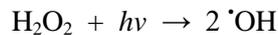
Proses penurunan konsentrasi fenol dapat terjadi melalui mekanisme reaksi hidroksilasi, radikal hidroksil yang dihasilkan dari adanya reaksi antara  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{Fe}^{2+}$  akan 'menyerang' gugus yang terikat pada cincin benzena dan menggantikan posisi gugus tersebut. Tersubstitusinya gugus tersebut oleh radikal hidroksil akan menyebabkan benzena menjadi stabil, artinya benzena tidak akan mudah bereaksi dengan senyawa lain.

Pada variasi B4, Fenton ( $\text{H}_2\text{O}_2$  500 mg/L :  $\text{FeSO}_4$  100 mg/L) dan UV 72 Watt didapatkan prosentase penurunan COD terbesar, 84,24 %. Hal tersebut disebabkan beberapa mekanisme reaksi yang dapat terjadi pada penggunaan kombinasi reagen Fenton dan UV bersama-sama yaitu (Tang, 2004):

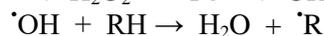
- Foton dapat langsung mengoksidasi molekul dari kontaminan organik sehingga terjadi penguraian (fotolisis) secara langsung.



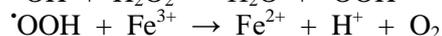
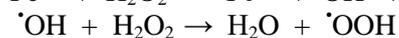
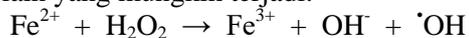
- Foton mengoksidasi oksidan ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dan menghasilkan radikal hidroksil



- Foton diserap langsung oleh katalis ( $\text{Fe}^{2+}$  dari  $\text{FeSO}_4$ ) sehingga dapat mempercepat laju reaksi.



Reaksi lain yang mungkin terjadi:



Sedangkan pada variasi B4 dihasilkan prosentase penurunan fenol yang lebih kecil dibandingkan variasi B2. Pada variasi B4 prosentase penurunan fenol adalah 93,77% sedangkan pada variasi B2 98,84%, perbedaan perlakuan pada variasi B2 dan B4 adalah intensitas UV yang diberikan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan limbah menggunakan radiasi UV antara lain:

- Volume atau debit limbah dan waktu radiasi  
Volume atau debit limbah yang diolah berhubungan dengan tinggi limbah di dalam reaktor. Semakin tinggi limbah yang diolah, semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh foton dari radiasi UV untuk berinteraksi dan menetrasi polutan organik hingga ke dasar reaktor.
- Intensitas UV  
Intensitas UV berhubungan dengan jumlah (kuantitas) energi foton yang dihasilkan dari radiasi UV. Jumlah energi foton yang dihasilkan berbanding lurus dengan laju penurunan polutan organik, semakin besar energi foton yang dihasilkan maka laju penguraian polutan organik akan semakin cepat.
- Keekeruhan  
Adanya partikel-partikel koloid penyebab keekeruhan akan mengurangi kemampuan radiasi UV dalam menurunkan polutan organik, partikel-partikel koloid tersebut akan menghalangi penetrasi dan penyerapan energi foton oleh polutan organik.

Dari perbandingan antara variasi B2 saat terjadinya prosentase penurunan fenol terbesar dengan variasi B4 saat terjadi prosentase penurunan COD terbesar, dapat disimpulkan bahwa penurunan COD membutuhkan intensitas UV lebih besar dibandingkan dengan penurunan fenol karena perbedaan dari kedua variasi tersebut adalah pada intensitas UV.

#### Perbandingan Penggunaan Kombinasi UV/ $\text{H}_2\text{O}_2$ dan UV /eagen Fenton

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 terlihat bahwa terjadi fenomena yang sama yaitu peningkatan prosentase penurunan konsentrasi COD terjadi seiring dengan peningkatan intensitas UV dan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai oksidan.

Sehingga berdasarkan percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penurunan konsentrasi COD tergantung intensitas UV dan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Sedangkan pada fenol, penambahan intensitas UV justru menurunkan prosentase penurunan konsentrasi fenol seperti yang terlihat pada variasi A3 dan A4 (Gambar 3) serta B3 dan B4 (Gambar 4), prosentase penurunan fenol terbesar justru terjadi pada intensitas UV kecil. Kombinasi UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> akan efektif digunakan dalam pengolahan limbah apabila intensitas UV dan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang diberikan tepat seperti yang terlihat pada penurunan konsentrasi fenol variasi A1 dan A2. Peningkatan intensitas UV (72 Watt) justru menurunkan prosentase penurunan konsentrasi fenol seperti terlihat pada variasi A3 dan A4.

Dari penelitian sebelumnya terhadap limbah surfaktan yang dilakukan oleh Pujilestari, 2006 menyimpulkan bahwa penggunaan reagen Fenton dengan konsentrasi oksidan (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) yang berbeda akan memberikan pengaruh terhadap penurunan konsentrasi surfaktan yang berbeda dan penggunaan radiasi UV terbukti meningkatkan kemampuan reagen Fenton mengoksidasi limbah. Hal tersebut tidak terlihat pada percobaan karena peningkatan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dibarengi juga dengan peningkatan konsentrasi FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O sehingga perbandingan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:Fe<sup>2+</sup> masih tetap sama yaitu 1:5. Intensitas UV tidak memberikan kontribusi yang cukup berarti terhadap prosentase penurunan konsentrasi fenol seperti terlihat pada variasi B3 dan B4.

Pada kedua perlakuan diatas terlihat bahwa kombinasi UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menghasilkan prosentase penurunan COD dan fenol yang lebih besar dibandingkan dengan reagen Fenton dan UV. Hal tersebut dapat disebabkan pada penambahan reagen Fenton dan UV terjadi kelebihan jumlah oksidan (dosis oksidan) sehingga jumlah oksidan berlebih akan bereaksi dengan hidroksil radikal yang menyebabkan lambatnya laju penguraian polutan organik, penyebab lainnya adalah keberadaan zat-zat organik dalam limbah yang dapat menghalangi penyerapan energi foton oleh polutan organik.

#### 4. KESIMPULAN

Kombinasi UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menghasilkan prosentase penurunan fenol lebih besar dibandingkan kombinasi reagen Fenton dan UV. Prosentase penurunan terbesar pada kombinasi UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adalah 92,71% untuk COD dan 95,26% untuk

fenol. Prosentase penurunan fenol terbesar didapatkan pada variasi reagen Fenton H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 500 mg/L : FeSO<sub>4</sub> 100 mg/L. dan UV 36 Watt yaitu: 98,84%. Prosentase penurunan COD terbesar diperoleh pada variasi reagen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 500 mg/L : FeSO<sub>4</sub> 100 mg/L dan UV 72 Watt yaitu 84,24%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G, Santika Sumestri Sri (1987). **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional.
- Bagaskoro, A.Y, Slamet, A dan Assomadi, A.F (2006). **Determination of Optimum Dose of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> in Photochemical Advanced Oxidation Processes for Endosulfan Degradation in Water**. *Environmental Technology and Management Conference 2006*. 7-8 September 2006. WR-O-03-1-WR-O-03-5.
- Fessenden, Ralp J. dan Fessenden, Joan S. Pudjaatmaka, Aloysius Hadyana (1986). **Kimia Organik**. Erlangga, Jakarta.
- Hendriarianti, E dan Lidiawati, T (2006). **Reduksi COD dan Fenol Air Lumpur Lapindo Sidoarjo dengan Metode Koagulasi Flokulasi Mikrofiltrasi dan Absorpsi Oksidasi Fotokimia**. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, ITN Malang
- Pujilestari, E.T (2006). **Penurunan Konsentrasi Surfactan DBS dengan Oksidasi Fenton (Fe<sup>2+</sup>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**. Tugas Akhir . Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITN, Malang.
- Sawyer N. Clair (2003). **Chemistry For Environmental Engineering** (5th ed). Singapore: McGraw-Hill International Edition.
- Somboon, W dan Pitukseteepong, P. (2006). **Treatment of Coloured Wastewater Generated from Small-scale Textile Industries by Fenton's Reaction**. *Environmental Technology and Management Conference 2006*. 7-8 September 2006. WT-O-08-1-WT-O-08-6.
- Tang, Walter Z (2004). **Physicochemical Treatment of Hazardous Wastes**, Lewis Publishers, A CR.