

EFISIENSI PENGOLAHAN LIMBAH OLI BENGKEL MENGUNAKAN REAKTOR *DISSOLVED AIR FLOTATION* PADA SKALA LABORATORIUM

EFFICIENCY OF OIL WASTE TREATMENT USING LABORATORY SCALE DISSOLVED AIR FLOTATION

Muhammad Irfa'i
Politeknik Kesehatan Banjarmasin
email: m_irfaimt@yahoo.co.id

Abstrak

Semakin meningkatnya jumlah bengkel di kota Banjarmasin dapat meningkatkan timbulan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dalam bentuk limbah oli bengkel di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan reaktor *Disolved Air Flotation* (DAF) yang efektif dalam menurunkan limbah oli bengkel secara optimal. Reaktor dirancang berdasarkan variasi waktu detensi, pemberian udara dan pemberian umpan. Dari hasil uji coba tersebut akan didapatkan kriteria rancangan yang tepat dan optimal dalam menurunkan pencemar oli bengkel. Penelitian ini merupakan eksperimen murni uji coba sistim DAF di laboratorium. Dari hasil penelitian untuk perlakuan waktu detensi, didapatkan persentase penyisihan limbah oli bengkel rata-rata 86,65% untuk waktu tinggal 30 menit, perlakuan pemberian udara 85,62% pada pemberian udara 45 L/menit dan 89,94% untuk *feed* tinggi. Berdasarkan uji *Two Way ANOVA* didapatkan adanya perbedaan penyisihan limbah oli bengkel yang signifikan pada variasi pemberian udara, waktu kontak dan pemberian umpan.

Kata Kunci: *Dissolved Air Flotation*, limbah oli bengkel

Abstract

The increasing number of car service stations in Banjarmasin might increase the generation of hazardous oil waste to the environment. This research was aimed to -obtain the optimum efficiency of a laboratory scale *Disolved Air Flotation* (DAF) for reducing oil waste pollutant concentration. The reactor was designed based on some variations of detention time, air supply and feeding rate. The experiment was expected to result in optimum design criteria for reducing oil waste pollutant. This research was conducted on a laboratory scale DAF system. Result of this research showed average oil/grease removal efficiency of 86,65% for the detention time of 30 minutes, with by DAF system, mean 85,62% at giving of air 45 L/minutes and 89,94% for high feed (K3). Based on *Two Way ANOVA* test of significant difference of exclusion of oil waste which significant at variation giving of air, time contact and giving feed.

Keyword: *Dissolved Air Flotation*, oil waste pollutant

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya bengkel yang beroperasi di Kota Banjarmasin, timbulan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) akan semakin meningkat. Limbah B3 tersebut biasanya berupa minyak yang berasal dari proses ganti oli, bongkar mesin, *overhaul* maupun reparasi mesin. Data survey pendahuluan menunjukkan bahwa timbulan limbah B3 rata-rata adalah sebesar 10 L/hari di setiap bengkelnya. Dari jumlah tersebut, hanya sekitar 8 L (80%) yang dapat dikemas dalam suatu wadah. Sisa B3 yang tidak terkemas terbuang dalam bentuk tumpahan, tetesan maupun sengaja dibuang.

Terbuangnya limbah bengkel yang banyak mengandung B3 ke dalam lingkungan dapat mengakibatkan pencemaran dan menurunnya daya dukung lingkungan. Limbah bengkel mengandung *Poly Aromatic Hydrocarbon* (PAH) yang bersifat karsinogenik dan berbahaya bagi mahluk hidup.

Dengan mempertimbangkan kenyataan di lapangan, dilakukan upaya pengujian suatu unit pengolah limbah cair bengkel. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan suatu reaktor *Disolved Air Flotation* (DAF) dalam menurunkan kandungan minyak dari limbah oli bengkel.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Desember 2006 selama 20 minggu. Penelitian dilaksanakan di *workshop* Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan dan Laboratorium Kesehatan Daerah di Banjarmasin.

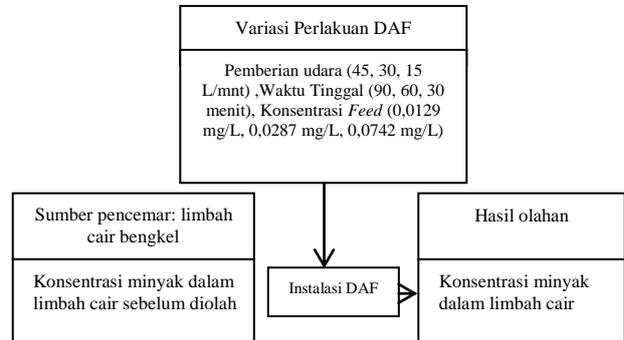
Kerangka Konsep Penelitian

Kadar minyak dalam air limbah dapat dipisahkan berdasarkan berat jenis. Minyak dapat dipisahkan dengan pengangkatan molekul minyak oleh gelembung udara dalam air. Pemisahan jumlah kadar minyak yang jenuh dalam air dipengaruhi oleh jumlah gelembung udara dan waktu inap serta kadar minyak dalam air sesuai dengan Gambar 1.

Jenis dan rancangan penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni uji coba reaktor di laboratorium. Pengukuran konsentrasi limbah oli bengkel menggunakan metode gravimetri. Adapun rancangan penelitian

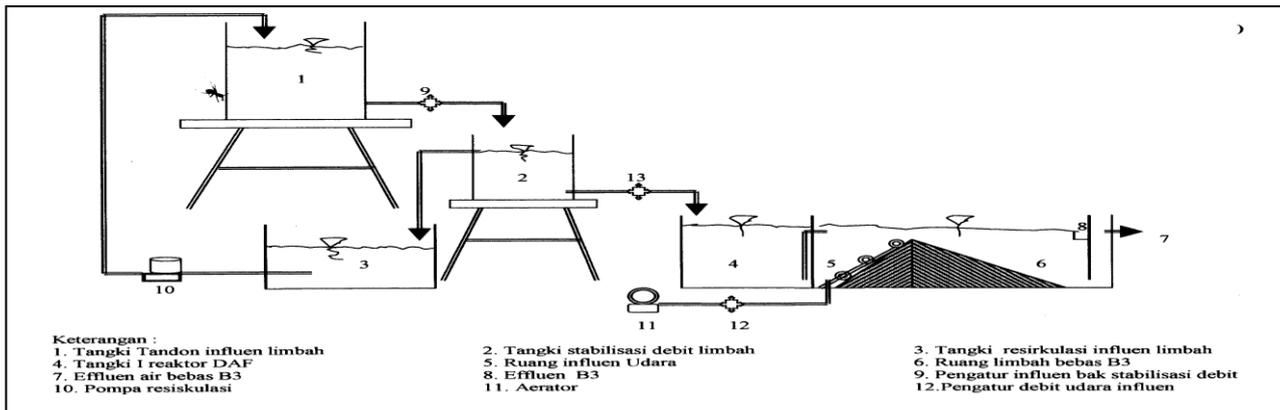
yang dipakai adalah *Randomized Complete Block dengan 3x3x3 factorial*. Adapun rangkaian proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Cara Pemisahan Minyak

Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil penelitian sebelum dianalisis secara statistik, dimasukkan dalam Tabel 1, 2 dan 3. Pengolahan dan analisis data menggunakan program SPSS. Perbedaan penurunan kadar limbah oli bengkel pada masing-masing perlakuan diuji dengan *Two Way Anova*.



Gambar 2. Alur Proses Pengolahan Limbah Cair Dengan Sistem DAF

Penyisihan Kadar Limbah Oli Bengkel

Penyisihan kadar limbah oli bengkel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Penyisihan (\%)} = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penyisihan kadar limbah oli bengkel dapat dilihat pada Tabel 1, 2, dan 3. Pada perlakuan waktu detensi (W1) 90 menit, penyisihan kadar limbah oli bengkel di limbah cair berkisar 61,11-92,71% dengan rata-rata penyisihan sebesar 83,25% pada perlakuan pemberian udara 45 L/menit. Perlakuan pemberian udara 30 L/menit menunjukkan penyisihan sebesar 44,44-95,00%

dengan rata-rata penyisihan sebesar 79,64% sedangkan pada perlakuan pemberian udara 15 L/menit penyisihan sebesar 55,45-94,94% dengan rata-rata penyisihan sebesar 77,43%.

Dengan waktu detensi 60 menit (W2), penyisihan kadar limbah oli bengkel berkisar 65,82-96,30% (rata-rata 83,42%) pada pemberian udara 45 L/menit. Pada perlakuan pemberian udara 30 L/menit terjadi penyisihan sebesar 31,48-90,21% (rata-rata 67,55%). Sedangkan pada perlakuan pemberian udara 15 L/menit penyisihan sebesar 50,00-93,54% (rata-rata 79,71%). Sedangkan dengan waktu detensi 30 menit (W3), penyisihan kadar limbah oli bengkel di limbah cair berkisar antara 55,56-98,73% (rata-rata 86,45%). Pada

pemberian udara 45 L/menit. Pada pemberian udara 30 L/menit terjadi penyisihan sebesar 85,50-98,73% (rata-rata 90,44%). Sedangkan pada perlakuan pemberian udara 15 L/menit, tingkat penyisihan sebesar 57,41-91,97% (rata-rata 79,25%).

Tabel 1. Penyisihan Kadar Minyak Pada Waktu Detensi (W1) 90 Menit (dalam, %)

Ulangan	Waktu detensi (W) 90 menit		
	Pemberian Udara (U1) 45 L/menit	Pemberian Udara (U2) 30 L/menit	Pemberian Udara (U3) 15 L/menit
1	61,11	44,44	72,22
2	88,61	91,14	94,94
3	74,86	67,79	83,58
4	90,51	80,29	68,61
5	81,82	77,27	55,45
6	86,16	78,78	62,03
7	92,71	95,00	87,08
8	84,73	89,69	86,26
9	88,72	92,35	86,67
Rata-rata	83,25	79,64	77,43

Tabel 2. Penyisihan Minyak Pada Waktu Detensi (W2) 60 menit (dalam, %)

Ulangan	Waktu detensi (W) 60 menit		
	Pemberian Udara (U1) 45 L/menit	Pemberian Udara (U2) 45 L/menit	Pemberian Udara (U3) 45 L/menit
1	96,30	31,48	50,00
2	65,82	46,84	56,96
3	81,06	39,16	53,48
4	82,48	81,02	89,05
5	78,18	69,09	86,36
6	80,33	75,06	87,71
7	91,46	90,21	93,54
8	86,26	86,64	84,35
9	88,86	88,42	88,95
Rata-rata	83,42	67,55	76,71

Tabel 3. Penyisihan Kadar Minyak Pada Waktu Detensi(W3) 30 menit (dalam, %)

Ulangan	Waktu detensi (W) 60 menit		
	Pemberian Udara (U1) 45 L/menit	Pemberian Udara (U2) 45 L/menit	Pemberian Udara (U3) 45 L/menit
1	55,56	88,89	57,41
2	98,73	98,73	63,29
3	77,14	93,81	60,35
4	89,78	87,59	91,97
5	97,27	88,18	85,45
6	93,53	87,89	88,71
7	94,17	93,75	91,88
8	83,21	85,50	85,50
9	88,69	89,62	88,69
Rata-rata	86,45	90,44	79,25

Hasil Uji Statistik

Data tingkat penyisihan kadar limbah oli bengkel dengan reaktor DAF pada Tabel 1, 2 dan 3, diuji dengan *two way anova* untuk melihat perbedaan nilai antara masing-masing perlakuan. Pengujian terhadap variasi pemberian udara (U) menghasilkan nilai $F = 10,587$ dengan signifikansi 0,5% didapatkan nilai sebesar $p=0,00$, yang menunjukkan terdapatnya perbedaan signifikan. Sedangkan nilai F tabel dengan numerator 2 denominator 51 sebesar 3,18. Karena $p < 0,05$, dan F hitung $10,587 > F$ tabel (2-51) 3,18 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penyisihan kadar limbah oli bengkel pada perlakuan pemberian udara. Pengujian dengan *Least Significant Difference (LSD)* dan Tukey HSD menunjukkan perbedaan yang nyata pada kelompok variasi pemberian udara 15 L/menit dengan pemberian udara 45 L/menit.

Pengujian perbedaan penyisihan kadar minyak/ lemak pada berbagai variasi waktu tinggal (W) dengan *Two Way ANOVA*, diperoleh nilai $F = 10,587$ dengan signifikansi 0,5% didapatkan nilai signifikan sebesar $p=0,00$. Sedangkan nilai F tabel dengan numerator 2 denominator 51 sebesar 3,18, karena $p < 0,05$, dan F hitung $10,587 > F$ tabel (2-51) 3,18 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penyisihan kadar limbah oli bengkel pada perlakuan waktu tinggal. Pengujian dengan *Least Significant Difference (LSD)* dan Tukey HSD menunjukkan perbedaan yang nyata pada kelompok variasi waktu tinggal 90 menit dengan waktu tinggal 30 menit.

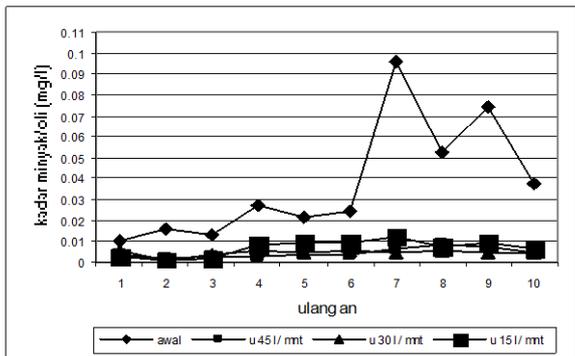
Pengujian perbedaan penyisihan kadar limbah oli bengkel pada berbagai variasi konsentrasi *feed* dengan *Two Way ANOVA*, diperoleh nilai $F=8,522$ dengan signifikansi 0,5% didapatkan nilai signifikan sebesar $p=0,01$. Sedangkan nilai F tabel dengan numerator 2 denominator 51 sebesar 3,18, karena $p < 0,05$, dan F hitung $8,522 > F$ tabel (2-51) 3,18 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penyisihan kadar limbah oli bengkel pada perlakuan pemberian udara. Pengujian dengan *Least Significant Difference (LSD)* dan Tukey HSD menunjukkan perbedaan yang nyata pada kelompok variasi pemberian *feed* 0,0129 mg/L dengan pemberian *feed* 0,0742 mg/L.

Penurunan Kadar Limbah oli bengkel Pada Berbagai Perlakuan Pemberian Udara

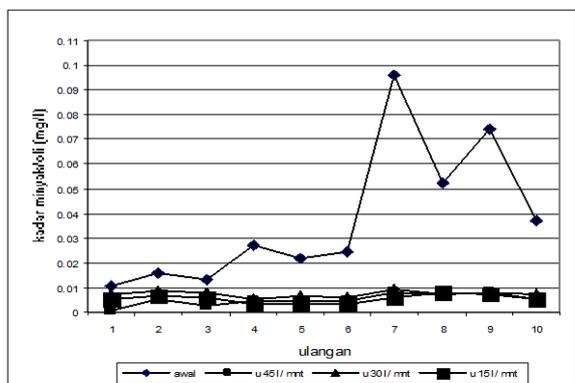
Penurunan kadar limbah oli bengkel dalam limbah cair pada variasi pemberian udara (45, 30, dan 15

L/menit) menghasilkan penurunan dari konsentrasi awal rata-rata 0,0374 mg/L menjadi 0,0046 mg/L untuk pemberian udara 45 L/menit, 0,0047 mg/L untuk pemberian udara 30 L/menit dan 0,0070 mg/L untuk pemberian udara 15 L/menit. Penurunan kadar minyak terjadi pada seluruh perlakuan pemberian udara. Pemberian udara sebesar 45 L/menit memberikan penurunan yang terbesar pada waktu detensi 90 menit. Data penurunan kadar limbah oli bengkel selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.

Penurunan kadar limbah oli bengkel pada variasi pemberian udara 45, 30, dan 15 L/menit dengan waktu detensi 60 menit menghasilkan penurunan dari konsentrasi awal rata-rata 0,0374 mg/L menjadi 0,0051 mg/L untuk pemberian udara 45 L/menit, 0,0074 mg/L untuk pemberian udara 30 L/menit dan 0,0054 mg/L untuk pemberian udara 15 L/menit. Penurunan kadar minyak terjadi pada seluruh perlakuan pemberian udara. Pemberian udara sebesar 45 L/menit memberikan penurunan yang terbesar. Data penurunan kadar minyak/ lemak selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.

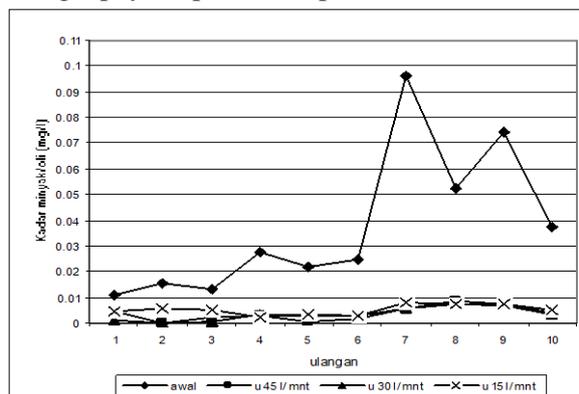


Gambar 3. Penurunan Kadar Limbah Oli Bengkel Pada Limbah Cair dengan Waktu Detensi 90 Menit



Gambar 4. Penurunan Kadar Limbah Oli Bengkel Pada Limbah Cair dengan Waktu Detensi 60 Menit

Penurunan kadar limbah oli bengkel pada variasi pemberian udara (45, 30 dan 15 L/menit) dalam waktu detensi 30 menit menghasilkan penurunan dari konsentrasi awal rata-rata 0,0374 mg/L menjadi 0,0038 mg/L untuk pemberian udara 45 L/menit, 0,0035 mg/L untuk pemberian udara 30 L/menit dan 0,0052 mg/L untuk pemberian udara 15 L/menit. Penurunan kadar minyak terjadi pada seluruh perlakuan pemberian udara. Pemberian udara sebesar 30 L/menit menunjukkan penurunan terbesar. Penurunan kadar limbah oli bengkel selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.



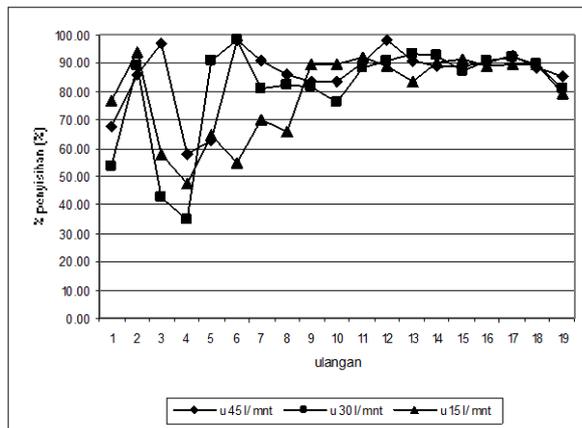
Gambar 5. Penurunan Kadar Limbah oli bengkel Pada Limbah Cair dengan Waktu Detensi 30 Menit

Pengaruh Berbagai Variasi Pemberian Udara terhadap Penyisihan Limbah oli bengkel

Pada penelitian ini variasi pemberian udara diaplikasikan sebesar 45, 30, dan 15 L/menit. Karena sistem flotasi ini merupakan *aided flotation*, pemberian udara dalam reaktor DAF dimaksudkan untuk membentuk gelembung-gelembung udara di dalam air sehingga terjadi penempelan pada partikel limbah oli bengkel. Kondisi ini meningkatkan gaya *buoyant*, yang dapat mengangkat partikel limbah oli bengkel ke permukaan. Besarnya penyisihan limbah oli bengkel rata-rata 85,62% pada pemberian udara 45 L/menit, 80,90% pada pemberian udara 30 L/menit dan 79,16% pada pemberian udara 15 L/menit. Penyisihan limbah oli bengkel tertinggi terjadi pada pemberian udara 45 L/menit. Hal ini disebabkan karena rasio volume udara terhadap masa solid (A/S) lebih tinggi. Besarnya A/S mengindikasikan pengangkatan partikel oleh gelembung udara lebih besar.

Uji statistik dengan ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada pemberian udara 15 L/menit dengan 45 L/menit. Besarnya prosentase

penyisihan limbah oli bengkel pada berbagai perlakuan pemberian udara dapat dilihat pada Gambar 6.

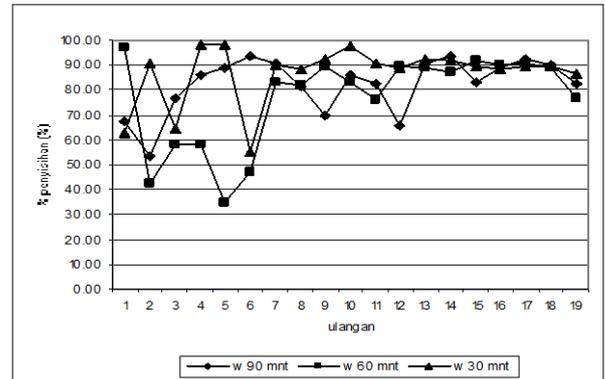


Gambar 6. Penyisihan Kadar Limbah Oli Bengkel Pada Limbah Cair Pada Perlakuan Pemberian Udara

Pengaruh Berbagai Variasi Waktu Tinggal terhadap Penyisihan Limbah oli bengkel

Dalam penelitian ini dilakukan pengaturan variasi waktu tinggal hidrolis dalam reaktor DAF. Pengaturan waktu tinggal hidrolis berpengaruh terhadap debit yang dialirkan ke dalam reaktor dan berpengaruh juga pada jumlah massa solid didalam air. Pada penelitian ini pengaturan waktu tinggal diaplikasikan masing-masing 90, 60 dan 30 menit. Hasil penelitian menunjukkan penyisihan limbah oli bengkel rata-rata 86,65% untuk waktu tinggal 30 menit. Sedangkan untuk waktu tinggal 60 menit sebesar 76,64%, dan 82,39% untuk waktu tinggal 90 menit. Penyisihan tertinggi terjadi pada pemberian udara 45 L/menit. hal ini disebabkan karena rasio volume udara terhadap masa solid (limbah oli bengkel) (A/S) lebih tinggi. Besarnya A/S mengindikasikan adanya pengangkatan partikel oli oleh gelembung udara lebih besar, karena lamanya waktu kontak akan mempengaruhi bilangan A/S.

Berdasarkan analisa statistik pengujian dengan ANOVA terhadap tingkat penyisihan limbah oli bengkel yang disebabkan adanya variasi waktu kontak terbukti terdapat perbedaan dalam penyisihan. Penyisihan terjadi secara signifikan pada waktu kontak 90 menit dengan 30 menit. Untuk lebih jelas melihat besarnya prosentase penyisihan limbah oli bengkel pada berbagai perlakuan pemberian udara dapat dilihat pada Gambar 7.

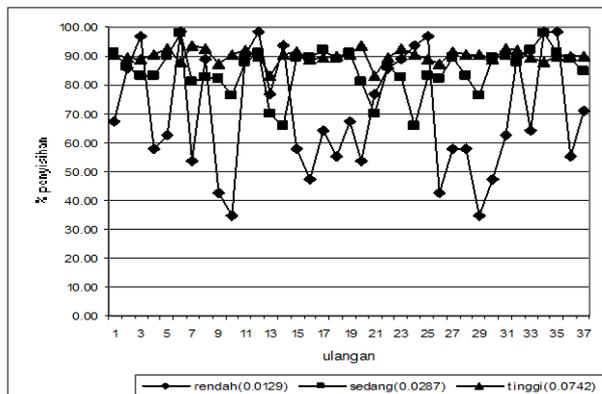


Gambar 7. Penyisihan Kadar Limbah Oli Bengkel Pada Limbah Cair Pada Perlakuan Waktu Detensi

Pengaruh Berbagai Pemberian Umpan (Feed) terhadap Penyisihan Limbah oli bengkel

Dalam penelitian ini dilakukan pengaturan variasi pemberian *feed* dalam reaktor DAF. Pengaturan pemberian *feed* berpengaruh terhadap Komponen Substrat (S) dalam limbah cair. Semakin besar komponen Substrat dalam air semakin banyak komponen tersebut tidak tersisihkan bila jumlah gelembung udara tetap. Pada penelitian ini pengaturan pemberian feed diaplikasikan masing-masing sebelum memasuki reaktor DAF sebesar 0,0129, 0,0287, dan 0,0742 mg/L. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan persentase penyisihan limbah oli bengkel rata-rata sebesar 70,80% untuk K1, 84,94% untuk K2 dan 89,94% untuk K3. Penyisihan limbah oli bengkel tertinggi terjadi pada pemberian K3. Hal ini disebabkan karena faktor besarnya substrat yang tersisihkan lebih besar dibanding dengan substrat yang tertinggal dalam limbah cair.

Berdasarkan analisa statistik pengujian dengan ANOVA terhadap tingkat penyisihan limbah oli bengkel yang disebabkan adanya variasi pemberian umpan terbukti terdapat perbedaan dalam penyisihan. Penyisihan terjadi secara signifikan pada pemberian umpan K1 dengan K3. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, konsentrasi ini sangat diperbolehkan untuk dibuang kedalam lingkungan perairan, mengingat kadar baku mutu yang diperkenankan sebesar 0,1 mg/L. Untuk lebih jelas melihat besarnya prosentase penyisihan limbah oli bengkel pada berbagai perlakuan pemberian umpan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penyisihan Kadar Limbah oli bengkel Pada Limbah Cair Pada Perlakuan Kadar Awal

4. KESIMPULAN

Pada perlakuan waktu detensi, didapatkan penyisihan limbah oli bengkel rata-rata 86,65% untuk waktu tinggal 30 menit, untuk waktu tinggal 60 menit sebesar 76,64% dan 82,39 % untuk waktu tinggal 90 menit. Sedangkan pada perlakuan pemberian udara, besar penyisihan limbah oli bengkel oleh reaktor DAF sebesar rata-rata 85,62% pada pemberian udara 45 L/menit, 80,90% untuk pemberian udara 30 L/menit dan 79,16% untuk pemberian udara 15 L/menit. Adapun pada perlakuan pemberian umpan (*feed*) didapatkan penyisihan limbah oli bengkel rata-rata sebesar 70,80% untuk *feed* rendah (K1), 84,94% untuk *feed* sedang (K2) dan 89,94% untuk *feed* tinggi (K3).

Berdasarkan kesimpulan diatas maka untuk mengoperasikan reaktor dalam menyisihkan bahan B3 (limbah oli bengkel) secara optimal dengan waktu tinggal 30 menit dan debit udara 45 L/menit. Selain itu berdasarkan uji *Two Way ANOVA* didapatkan adanya perbedaan penyisihan limbah oli bengkel yang signifikan pada variasi pemberian udara, waktu kontak dan pemberian umpan.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts dan S, Sumestri (1987). **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional, Surabaya.

Al-Shamrani, A- A., James, A dan Yjao, ff. (2002). **Separation of Oil from Water by Dissolved Air Flotation**. *Colloids and Surfaces A: Psychochemical and Engineering Aspect*. **209**. 15-26.

APHA, AWWA dan WEF (1995). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Edition. 19**, AWWA, New York.

Burns, S. E., Yiacoui, S. dan Tsouris, C. (1997). **Microbubble Generation Environmental and Industrial Separations**. *Separation and Purification Technology*. **11**. 221-232.

Chung, Y., ChoL Y. C., Choi, Y. H., and Kang, H. S. (2000). **A Demonstration Scaling-Up of The Dissolved Air-Flotation**. *Water Research*; **34**. Nomor 3. 817-824.

De Rijk S. E., Jaap H. J. M. G and Jan G. B. (1994). **Bubble Size I in Flotation Thickening**. *Water Research*, **7~8**. Nomor 2. 465473.

Dupre, V., Ponasse, M., Aurelle, Y. and Secq, 'A. (1998). **Bubble Formation by Water Release in Nozzle-1. Mechanisms**. *Water Research*, **32** Nomor 8. 2491-2497.

Dupre, V., Ponasse, M., Aurelle, Y. and Secq, A. (1998). **Bubble Formation by Water Release in Nozzle-1. Influence of Various Parameters on Bubble Size**. *Water Research*. **32**. Nomor 8. 2498-2506.

Muhammad, N. (1985). **Metode Penelitian**, PT Galia Indonesia, Oliveira,

R.C.G., Gonzalez, G. and Oliveira, J.F. (1999). **Interfacial Studies on Dissolved Gas Flotation of oil Droplets for Water Purification**. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. **154**. 127-135.

Qosim, S. R. (1985). **Wastewater Treatment Plants: Planing Design, and Operation**. CBS Collage Publishing, New York.

Reynold, T. D. and Richards, P. A. (1996). **Unit Operation and Processes in Environmental Engineering**. PWS Publishing Company, Boston.

Sudjana (1994). **Desain dan Analisis Eksperimen**. PT Tarsito Bandung.

Zouboulis, A. I. and Avranas, A. (2000). **Treatment (F Oil in Water Emulsions by Coagulation and Dissolved Air Flotation**. *Collo4ds and Sujjhces A, Physicochemical and Engineering Aspects*. **172**. 153-161.

