

DIK RUTIN



LAPORAN KEGIATAN

Judul Penelitian:

**PENINGKATAN KINERJA BIOFILTER MELALUI  
PENGURANGAN KETIDAKNORMALAN ALIRAN FLUIDA**

Oleh:

**Dyah Hesti Wardhani, ST, MT  
Suherman, ST, MT**

---

Biaya Oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro Sesuai Surat Perjanjian  
Pelaksanaan Penelitian Tanggal 1 Mei 2003 Nomor : 02/J07 11/PJJ/KP/2003

**PUSAT PENELITIAN LINGKUNGAN HIDUP (PPLH)  
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2003**

UPT-PUSTAK-UNDIP



## RINGKASAN

Dalam pengoperasian biofilter, yang merupakan salah satu jenis unggun tetap berpori, seringkali terjadi ketidaknormalan aliran fluida yang dikenal dengan istilah *channeling flow*. *Channeling flow* merupakan peristiwa mengalirnya fluida hanya pada alur tertentu saja, atau tidak merata ke seluruh bagian biofilter. Hal ini akan mengurangi kinerja biofilter.

Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh penggunaan disperser cairan, dan pengaruh fraksi volum disperser terhadap peningkatan kinerja biofilter. Disperser cairan merupakan partikel yang ukurannya lebih besar daripada ukuran partikel isian. Ukuran unggun isian yang digunakan adalah 0,24x0,24x0,3 m, diameter isian 0,3 cm dan laju alir fluida 242 ml/men dengan diameter disperser 0,3 dan 1,7 cm. Sedangkan pada percobaan pengaruh fraksi volum disperser terhadap distribusi cairan, fraksi yang digunakan 0 – 0,4.

Pada kolom dengan diameter isian yang sama (0,3 cm), adanya disperser yang diameternya lebih besar (1,7 cm) menyebabkan distribusi cairan lebih menyebar. Semakin besar fraksi volum disperser, maka *channeling flow* semakin berkurang.

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kegiatan penelitian dengan judul “ Peningkatan Kinerja Biofilter Melalui Pengurangan Ketidaknormalan Aliran Fluida” ini. Penelitian ini didanai oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro Sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Tanggal 1 Mei 2003 Nomor : 02/J07 11/PJJ/PL/2003.

Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dana DIK Rutin Undip khususnya dan pihak-pihak lain umumnya, yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu terselesaikannya penulisan laporan kegiatan ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu kritik dan saran pembaca sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Semarang, 13 Oktober 2003

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Identitas dan Pengesahan.	ii
Ringkasan	iii
Prakata ...	iv
Daftar Isi ....	
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Lampiran ...	viii
I. Pendahuluan	1
II Tinjauan Pustaka	3
III. Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
IV. Metode Penelitian	7
V. Hasil dan Pembahasan	9
VI. Kesimpulan dan Saran	12
Daftar Pustaka .....	13
Lampiran	14

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Penggunaan Biofilter.	4

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Profil porositas unggun kearah radial pada sistem unggun tetap	5
Gambar 4.1. Rangkaian Alat Percobaan	8
Gambar 5. Distribusi cairan dua dimensi (ukuran isian 0,3 cm)	9
Gambar 5.2. Distribusi cairan dua dimensi (ukuran isian 0,3 cm ; ukuran disperser 1,3 cm, fraksi volum disperser 0,3).	9
Gambar 5.3. Distribusi cairan dua dimensi (ukuran isian 0,3 cm ; ukuran disperser 1,7 cm, fraksi volum disperser 0,3).	10
Gambar 5.4. Pengaruh fraksi volum disperser cairan terhadap standar deviasi distribusi cairan	11

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Riwayat hidup penulis.	14



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pengolahan gas bau industri baik yang berupa *flue gas*, *purge gas*, *exhaust gas*, maupun *waste gas* dapat dilakukan dengan berbagai metoda, yakni metoda fisika, kimia maupun biologi. Metoda fisika dan kimia memiliki efisiensi yang sangat memuaskan, namun biaya perawatan dan operasinya mahal. Sehingga, pada perkembangan berikutnya metoda biologi merupakan alternatif solusi yang paling tepat. Untuk pengolahan gas berbau ini, metoda biologi yang paling efektif adalah menggunakan biofilter. Keuntungan dari biofilter ini adalah tingginya kinerja penghilangan zat berbau, biaya operasi yang rendah dan kemudahan dalam perawatannya. Biofilter akan menangkap komponen dari gas berbau oleh mikroba *immobilized* dalam suatu zat pembawa seperti kompos, gambut, dll. Zat pembawa mikroba ini tersusun dalam suatu unggun tetap (*packed bed*).

Dalam pengoperasian biofilter ini seringkali terjadi ketidaknormalan aliran fluida yang dikenal dengan istilah *channeling flow*. *Channelling flow* merupakan peristiwa mengalirnya fluida hanya pada alur tertentu saja, atau tidak merata ke seluruh bagian biofilter. *Channelling flow* merupakan salah satu efek dari distribusi aliran tidak merata yang seringkali terjadi dalam pengoperasian suatu media unggun tetap berpori. Hal ini dapat dimengerti, karena biofilter sebagai salah satu jenis dari unggun tetap, didesain menggunakan metoda penyederhanaan aliran yang sebenarnya sangat rumit disederhanakan menjadi suatu prosedur desain unggun tetap dasar, baik berdasarkan konsep pencampuran sempurna atau pun konsep aliran sumbat.

Fenomena *channeling flow* ini sangat merugikan, karena akan menurunkan aktivitas mikroba dan akumulasi produk samping sehingga menurunkan kinerja biofilter. Sekali *channeling flow* terjadi, maka proses aktivasi kembali mikroba dan penghilangan produk samping oleh mikroba dalam biofilter perlu dilakukan. Proses aktivasi kembali ini dilakukan melalui proses pencucian dengan cara mengalirkan air secara lawan arah. Padahal, dalam proses aktivasi ini pun *channeling flow* sering terjadi. Hal ini dikarenakan biofilter merupakan salah satu media berpori yang memiliki makropori dan mikropori. Sehingga fenomena *channeling flow* perlu dihilangkan, minimal dapat dikurangi.

### 1.2. Perumusan Masalah

*Channelling flow* terjadi karena struktur makropori yang terbentuk antar partikel isian biofilter unggun tetap tidak seragam baik dari bagian dinding ke bagian tengah, maupun dari

bagian atas ke bawah. Adapun efek mikropori pada umumnya seragam untuk setiap partikel, yang direpresentasikan sebagai faktor *tortuosity*. Sehingga fenomena *channeling flow* lebih disebabkan karena struktur ketidakseragaman makropori pada fase ruah (*bulk phase*).

Beberapa peneliti sebelumnya telah berupaya mengurangi *channeling flow* ini dengan cara memperkecil ukuran rasio antara diameter biofilter dengan diameter partikel *immobilized cell* ( $D/d$ ), pada harga berkisar 5-10. Metoda ini diterapkan pada reaktor unggun tetap banyak pipa (*fixed bed multi tube*), misalkan pada furnace syngas pada pabrik amoniak atau pada ariabl oksidasi methanol menjadi formaldehid pada pabrik formaldehid. Namun cara ini tidak berlaku untuk unit-unit pengolahan limbah, dimana pada umumnya biofilter memiliki rasio antara diameter dengan diameter partikel isian yang sangat besar, dengan laju aliran fluida yang sangat kecil. Sehingga metoda penurunan rasio tidak dapat diterapkan untuk menghilangkan terjadinya *channeling flow* ini.

Pada penelitian ini akan dicoba cara untuk mengurangi terjadinya *channeling flow* menggunakan disperser fluida. Disperser fluida merupakan partikel yang berukuran lebih besar dari partikel isian unggun (= *immobilizing particle*). Disperser ini akan memperbesar turbulensi aliran dengan cara menaikkan peristiwa transfer massa ke arah radial unggun. Tingkat pengurangan *channeling flow* akan diukur dengan melihat tingkat keseragaman distribusi aliran ke arah radial pada bagian keluaran biofilter. Biofilter unggun tetap dirancang sedemikian rupa sehingga dapat dilakukan variasi terhadap laju alir massa, konfigurasi aliran umpan dan struktur disperser