

ADSORPSI DETERJEN DALAM AIR MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON AKTIF PADA KOLOM FLUIDISASI

Kartika Udyani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri ITATS Surabaya

Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh laju alir liquida dan tinggi bed terhadap koefisien perpindahan massa pada adsorpsi deterjen dalam air menggunakan adsorben karbon aktif pada kolom unggun fluidisasi. Pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan kalibrasi orifice meter dan pembuatan larutan deterjen dalam air pada berbagai konsentrasi. Larutan deterjen selanjutnya dimasukkan ke dalam tangki penampung influen pada kolom unggun fluidisasi dan dialirkan ke dalam kolom pada berbagai variasi laju alir dan tinggi bed. Effluen dari masing-masing variasi diukur konsentrasi deterjennya dan dihitung % deterjen yang terserap dan koefisien perpindahan massanya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meningkatnya laju alir liquida meningkatkan jumlah deterjen yang diserap dan koefisien perpindahan massa. Untuk tinggi bed 10, 20 dan 30 cm, semakin tinggi bed semakin tinggi jumlah deterjen yang diserap dan koefisien perpindahan massa. % deterjen yang terserap tertinggi dicapai pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/l, dan tinggi bed 30 cm yaitu sebesar 25,9%. Harga koefisien perpindahan massa tertinggi adalah 9,457.10⁻⁶cm/dt² pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/l tinggi bed 30 cm.

Kata kunci: deterjen, karbon aktif, % deterjen terserap, fluidisasi, koefisien perpindahan massa

ABSTRACT

This research aims to study the effect of liquid flow rate and bed height on mass transfer coefficient in the adsorption of detergent in water using activated carbon adsorbent in the fluidized bed column. The experiment was preceded by an orifice meter calibration and manufacture of detergent solution in water at various concentrations. Detergent solution was then fed into the tank influen on fluidized bed column and flowed into the column at various flow rates and tinggi bed. Effluent from each variation of measured concentrations and calculated% deterjennya detergent absorbed and mass transfer coefficient.

The results showed that increasing the flow rate increases the amount of detergent liquid is absorbed and the mass transfer coefficient. For high-bed 10, 20 and 30 cm, the higher the bed the higher the amount of detergent to be absorbed and the mass transfer coefficient. % Detergent which absorbed the highest achieved at influent concentrations of MBAS concentration of 0.054 mg / lt, and 30 cm bed height that is equal to 25.9%. The price is the highest mass transfer coefficient 9,457.10⁻⁶cm / dt² on influent concentration MBAS concentration of 0.054 mg / l 30 cm bed height.

Key word: detergent, activated carbon, % detergent adsorbed, fluidization, mass transfer coefficient

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Deterjen merupakan salah satu zat pembersih seperti halnya sabun dan air yang memiliki sifat dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga digunakan sebagai bahan pembersih kotoran yang menempel pada benda, tidak mengendap bersama ion logam dalam air sadah dan memiliki toksisitas yang cukup tinggi. Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, penggunaan deterjen sebagai pembersih peralatan industri dan rumah tangga pun semakin meningkat. Ketika limbah hasil cucian yang

mengandung deterjen langsung dibuang ke badan air, maka muncul buih yang dapat mengganggu mutu air, mengganggu ekosistem yang ada dalam badan air, serta menimbulkan kerusakan air tanah. Peraturan Menteri Kesehatan RI No: 416 / MENKES / 1990 tanggal 9 september 1990 tentang persyaratan kualitas air minum di Indonesia menetapkan bahwa konsentrasi deterjen maksimum yang diperbolehkan pada air minum tidak boleh melebihi 0,05 mg/l sebagai senyawa aktif biru metilen (MBAS). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menurunkan kadar deterjen dalam air. Metoda

yang digunakan pada penelitian ini adalah adsorpsi dalam kolom unggun fluidisasi solid-liquid, dengan karbon aktif sebagai bahan partikel padat terfluidisasi.

Fluidisasi dua fase solid-liquid mempunyai beberapa keunggulan dimana partikel padat tertahan dalam keadaan tersuspensi oleh aliran liquid keatas dan partikel solid mengalami perlakuan secara kontinyu sehingga driving force rata-rata perpindahan massanya tinggi karena alirannya mendekati plug flow. Dalam sistem ini, perilaku disperse partikel memainkan peranan penting dimana secara keseluruhan menggambarkan interaksi antara fase solid- fase liquid. Perilaku hidrodinamika ini sangat menentukan kinerja kolom unggun fluidisasi.

Data-data kondisi operasi penyerapan deterjen dalam kolom unggun fluidisasi dan jenis penyerap yang sesuai belum tersedia. Karena itu penelitian ini layak dilakukan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju alir liquida dan tinggi bed terhadap % deterjen yang terserap dan koefisien perpindahan massa pada penyerapan deterjen menggunakan adsorben karbon aktif dalam kolom unggun fluidisasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Deterjen

Deterjen merupakan salah satu zat pembersih seperti halnya sabun dan air yang memiliki sifat dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga digunakan sebagai bahan pembersih kotoran yang menempel pada benda. Deterjen mempunyai sifat tidak mengendap bersama ion logam dalam air sadah dan memiliki toksisitas yang cukup tinggi. Bahan baku pembuatan deterjen adalah bahan kimia sintetik, meliputi surfaktan, bahan pembangun dan bahan tambahan. LAS merupakan jenis surfaktan yang lebih mudah diuraikan oleh bakteri. Deterjen LAS mempunyai kemampuan berbusa maksimal rata-rata 10-30% bahan organik aktif. LAS juga menghasilkan busa yang dapat hilang secara berangsur-angsur sehingga tidak mengganggu lingkungan. Meskipun hampir semua deterjen yang beredar di pasaran menggunakan LAS sebagai surfaktan, tetapi apabila keberadaan deterjen melebihi batas kemampuan lingkungan untuk menguraikan akan menyebabkan pencemaran.

Kadar LAS pada deterjen dalam air dapat diturunkan menggunakan beberapa metode, antara lain oksidasi elektrokimia,

teknologi membrane, pengendapan secara kimia, degradasi fotokatalitik, pengolahan biologis dan adsorpsi (Schouten dkk, 2007). Menurut Schouten, dkk (2007) adsorpsi merupakan metode yang paling mudah dan murah digunakan untuk menurunkan kadar deterjen dalam air dibandingkan metode yang lain. Jenis adsorben yang digunakan untuk menyerap deterjen dalam air antara lain adalah karbon aktif, zeolit, tanah liat, resin.

Karbon aktif

Penggunaan karbon aktif sebagai suatu adsorben sudah dikenal sejak lama, selain dapat menghilangkan warna, rasa dan bau pada air yang ditimbulkan oleh mikroorganisme, karbon aktif juga dapat menghilangkan kandungan phenol dalam air. Karakteristik karbon aktif pada dasar meliputi sifat adsorbansinya dan sifat fisiknya yang meliputi total surface area, partikel density, effective size, coefisien uniformity dll. Sedangkan sifat kimia dari permukaan (surface dan activated site) sangat menentukan terjadinya proses adsorpsi , yaitu cenderung untuk lebih mudah mengikat partikel yang mempunyai sifat yang sejenis, misalnya unsur yang kurang bersifat polar (non polar) akan lebih mudah terserap pada karbon non polar bila dibandingkan dengan yang bersifat polar. Jadi kecepatan adsorpsi untuk karbon aktif powder akan lebih cepat bila dibandingkan dengan karbon aktif tipe granular , total kapasitas adsorpsi dari karbon aktif tergantung pada total luas permukaan ,ukuran diameter tidak begitu mempengaruhi terhadap total luas permukaan, karena sebagian besar luas permukaan terletak pada pori-porinya.

Fluidisasi

Fluidisasi adalah suatu proses dimana partikel solid diubah kebentuk fluida dengan cara mengontakkannya dengan gas atau liquid. Fluida gas atau liquid tersebut dilewatkan kedalam tabung vertical yang sebagian diisi butiran halus misalnya katalis untuk proses terjadinya perengkahan katalis. Tabung terbuka pada bagian atasnya dan mempunyai pelat berpori pada bagian bawah untuk untuk menunjang katalis tersebut serta menyebarkan aliran secara merata dan seragam keseluruhan penampang.

Didalam suatu bed , kualitas dari fluidisasi tidak hanya ditentukan oleh sifat sifat solid dan fluidisasinya saja, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, seperti bentuk geometris bejana , tipe distributor, dari fluida aliran gas, adanya perlengkapan lain seperti baffle, atau heat exchanger. Terjadinya

fluidisasi yang baik juga dipengaruhi oleh banyak faktor, pada kondisi tertentu proses fluidisasi akan mengalami beberapa gangguan misalnya ;

- Slagging yaitu timbulnya gelembung-gelembung udara yang melalui timbunan zat padat.
- Channelling yaitu peristiwa dimana fluida hanya melalui bagian tertentu dari timbunan zat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik fluidisasi antara lain: kecepatan aliran fluida, ukuran partikel, sifat fisik fluida dan partikel serta distribusi partikel, porositas unggun, distribusi aliran, diameter kolom, tinggi unggun. Besarnya koefisien laju perpindahan massa adsorpsi k_d didalam kolom unggun terfluidisasi didekati dengan persamaan analisa dimensi. Untuk partikel bergerak tunggal berbentuk bola tunggal dengan kecepatan relative u_o yang melalui fluida adalah sebagai berikut ; (Levenspiel, 1969)

$$S_h = \frac{K_d d_p y}{D} = 2,0 + 0.6 S_c^{1/3} R_{ep}^{1/2}$$

$$S_c = \frac{\mu}{\rho D}$$

$$R_{ep} = \frac{D_p u_o \rho}{\mu}$$

Dimana :

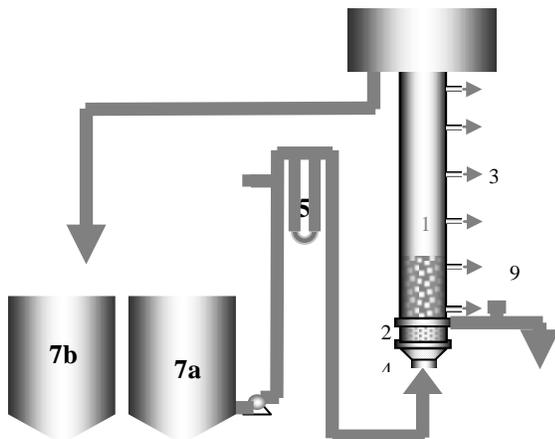
y = nondifusing component

D = koefisien diffusi

PELAKSANAAN PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah deterjen, aquadest dan karbon aktif. Adapun peralatan penelitian adalah seperangkat kolom unggun fluidisasi.



Gambar 1. Rangkaian alat kolom unggun fluidisasi

Jalannya Penelitian

S_h = bilangan sherwood
 S_c = bilangan schmidt
 R_{ep} = bilangan reynold
 K_d = koefisien perpindahan massa
 u_o = koefisien diffusi

Untuk proses liquid dalam fluidized bed pergerakan partikel dihitung dengan memperhitungkan porositas bed yang terekspansi (Levenspiel, 1969)

$$S_h = 2,0 + 0.6 S_c^{1/3} [(1-\epsilon) R_{ep}]^{1/2}$$

Dimana ;

ϵ = void fraction

Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan yang terjadi pada suatu bidang permukaan . Saat dua fasa saling berkontak komposisi fasa yang dekat dengan daerah batas fasa akan berbeda dengan dengan yang terdapat pada bulk fasa tersebut (Vladimír ponec,1974). Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain

1. sifat fisik dan kimia adsorben dan adsorbat,
2. sifat fasa cair (pH, suhu),
3. sifat fasa gas (suhu, tekanan) ,
4. konsentrasi adsorbat,
5. waktu kontak adsorben dan adsorbat

Adsorpsi solute oleh solid melibatkan keberadaan kondisi setimbang antara jumlah zat yang teradsorb pada permukaan solid dan konsentrasi zat tersebut dalam larutan.

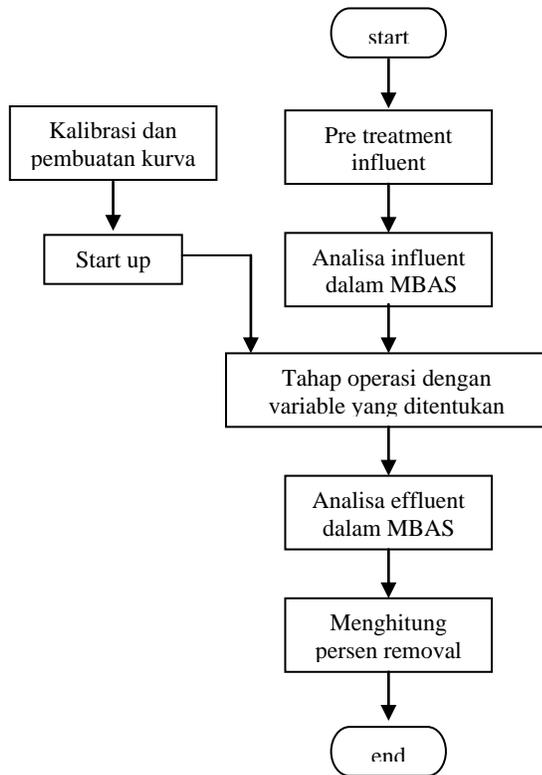
Keterangan gambar

1. Kolom kaca
2. Screen
3. Pressure tap
4. Distributor
5. Orifice meter
6. Pompa
7. A. Bak penampung influent
B. Bak penampung efluent
8. Bak penampung overflow
9. Kran buang

Penurunan kadar deterjen dalam air dilakukan dengan mengalirkan larutan deterjen

ke dalam karbon kolom unggun fluidisasi yang berisi karbon aktif sebagai partikel penyerap deterjen. Penelitian diawali dengan membuat larutan deterjen dengan konsentrasi 0,5 ppm kemudian menganalisis larutan tsb sehingga diperoleh konstrasi dalam mg MBAS/lit dan diketahui konsentrasi awal larutan adalah 0,054 mg MBAS/lit. Kemudian larutan deterjen dialirkan kedalam kolom unggun fluidisasi untuk diserap kandungan deterjennya dengan menggunakan variabel berubah tinggi bed, laju alir liquida. Effluen pada masing-masing variabel ditampung dan dianalisis konsentrasinya dalam mg MBAS/lit. Dari hasil analisis dihitung % deterjen yang terserap dan koefisien perpindahan massa, kemudian dibuat grafik antara hasil perhitungan tersebut terhadap variabel berubah lalu dibuat kesimpulan pengaruh masing-masing variabel terhadap % deterjen yang terserap dan koefisien perpindahan massa.

Skema Prosedur Percobaan



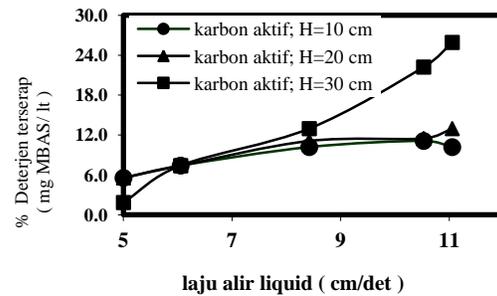
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengalirkan larutan deterjen kedalam kolom unggun fluidisasi system dua fase solid – liquid. Kolom terbuat dari tabung kaca dan mempunyai diameter dalam 4,6 cm dan panjang 100 cm.

Laju alir liquida di variasikan untuk masing-masing ketinggian bed 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dipelajari berbagai pengaruh yang terjadi terhadap %deterjen yang terserap dan koefisien perpindahan massa.

Pengaruh laju alir liquida terhadap jumlah deterjen yang terserap dengan adsorben karbon aktif

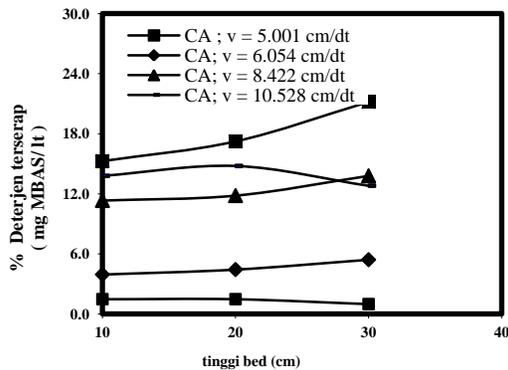
Hubungan antara laju alir liquida terhadap % deterjen yang terserap dengan adsorben karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara laju alir terhadap % deterjen yang terserap dengan adsorben karbon aktif pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/ lt

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada adsorpsi deterjen dengan karbon aktif kenaikan laju alir liquida meningkatkan jumlah deterjen yang terserap untuk masing-masing tinggi bed. Hal ini dapat dilihat dari % deterjen yang terserap. Pada kecepatan 11,054 cm/det memberikan rata-rata persentase deterjen yang terserap cukup tinggi. Hal ini dikarenakan pada kecepatan tinggi meminimalisasi terjadinya channelling sehingga dapat meningkatkan daya penetrasi antara liquida dengan solid didalam bed, memudahkan proses penyerapan deterjen didalam permukaan partikel solid, hasil tertinggi dicapai pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/lit, dan tinggi bed 30 cm yaitu sebesar 25,9% , sedangkan penyerapan terendah pada kecepatan 5,001 cm/det, konsentrasi influen 0,512 mg MBAS/lit dengan tinggi bed 30 cm yaitu sebesar 0,4 % , hal ini terjadi karena pada kecepatan rendah fluida belum cukup mampu mengangkat partikel solid secara sempurna (terfluidisasi) sehingga fluida hanya lewat tanpa terjadinya penyerapan yang cukup.

Pengaruh tinggi bed terhadap jumlah deterjen yang terserap dengan adsorben karbon aktif

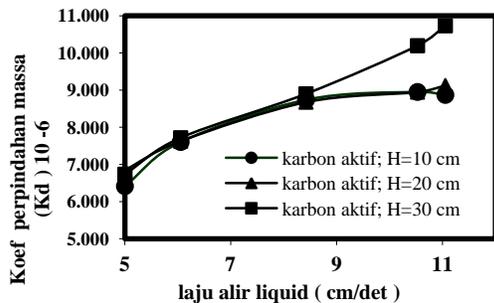


Gambar 3. Hubungan antara tinggi bed terhadap % deterjen yang terserap dengan adsorben karbon aktif pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/ lt

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada adsorpsi deterjen menggunakan adsorben karbon aktif, untuk tinggi bed 10, 20 dan 30 cm, semakin tinggi bed didalam kolom meningkatkan jumlah deterjen yang terserap. Bed yang tinggi menyebabkan jumlah partikel solid menjadi semakin banyak dan berat sehingga pada saat fluida melewatinya menyebabkan kontak antara solid dan liquid semakin banyak pula sehingga jumlah deterjen yang terserap juga semakin besar.

Pengaruh laju alir liquida terhadap koefisien perpindahan massa dengan adsorben karbon aktif

Pengaruh laju alir liquida terhadap koefisien perpindahan massa dengan adsorben karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 4.

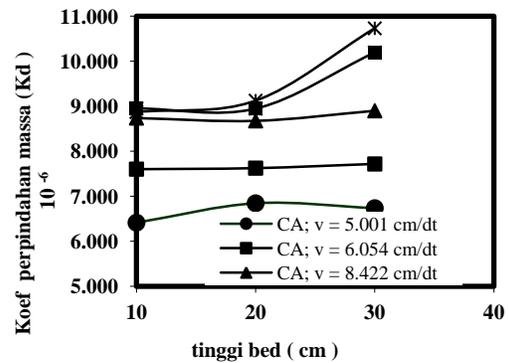


Gambar 4. Hubungan antara laju alir terhadap koefisien perpindahan massa dengan adsorben karbon aktif pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/ lt

Gambar 4. menunjukkan bahwa pada adsorpsi deterjen menggunakan adsorben karbon aktif semakin tinggi laju alir harga koefisien perpindahan massa semakin meningkat. Hal ini terjadi karena semakin tinggi laju alir maka liquida semakin mampu mengangkat partikel di dalam kolom sehingga partikel akan terfluidisasi. Pada kondisi terfluidisasi luas kontak antara adsorben dengan liquida menjadi besar sehingga harga koefisien perpindahan massa semakin besar. Nilai tertinggi diperoleh pada kecepatan 11,054 cm/dt, tinggi bed 30 cm dan konsentrasi deterjen masuk 0,054 mg MBAS/l dengan koefisien perpindahan massa $10,731 \cdot 10^{-6} \text{ cm/dt}^2$

Pengaruh tinggi bed terhadap koefisien perpindahan massa dengan adsorben karbon aktif

Pengaruh tinggi bed terhadap koefisien perpindahan massa menggunakan adsorben karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara tinggi bed terhadap koefisien perpindahan massa dengan adsorben karbon aktif pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/ lt

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada adsorpsi deterjen menggunakan adsorben karbon aktif semakin tinggi bed harga koefisien perpindahan massa semakin meningkat. Hal ini terjadi karena semakin tinggi bed maka jumlah partikel semakin banyak sehingga rongga yang terjadi semakin banyak pula. Harga fraksi rongga yang besar inilah yang menyebabkan besarnya harga koefisien perpindahan massa.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

- a. Meningkatnya laju alir liquida meningkatkan jumlah deterjen yang diserap dan koefisien perpindahan massa.

- b. Untuk tinggi bed 10, 20 dan 30 cm, semakin tinggi bed semakin tinggi jumlah deterjen yang diserap dan koefisien perpindahan massa.
- c. % deterjen yang terserap tertinggi dicapai pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/l, dan tinggi bed 30 cm yaitu sebesar 25,9%
- d. Harga koefisien perpindahan massa tertinggi adalah $9,457 \cdot 10^{-6} \text{ cm/d}^2$ pada konsentrasi influen 0,054 mg MBAS/l, tinggi bed 30 cm

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dirjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui PHK A2.

DAFTAR NOTASI

y = nondifusing component

D = koefisien diffusi
 S_h = bilangan sherwood
 S_c = bilangan schmidt
 R_{ep} = bilangan reynold
 K_d = koefisien perpindahan massa
 u_o = koefisien diffuse
 ϵ = void fraction

DAFTAR PUSTAKA

- Geankoplis, Christie J. 1997. *Transport Processes and Unit Operations*. 3rd Ed. Prentice – Hall of India. Hal 123.
- Muharto, 2003. *Koefisien Mass Transfer Penyerapan Kadar Deterjen dari Air dengan Menggunakan Biji Moringa Olievera*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia.
- Rubiyatadji R. *Penurunan Kadar Deterjen (Alkyl Benzene Sulphonate) Dalam Air Dengan Proses Adsorpsi Karbon Aktif*. Teknik Lingkungan , ITS, Surabaya.