

PENENTUAN KONSTANTA FREUNDLICH PADA PENURUNAN KESADAHAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF

Muljadi *, Samun**, Rusdiansyah**

*) Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNS

***) Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNS

Abstract : Water is important for human being. It's used for the daily living need and industries. The ground water is one of the important source for drinking water, usually contains Calcium (Ca) and Magnesium (Mg) that causing the hardness. There are two kind of hardness, temporary and primary hardness. It can caused some bad layer in the bottom of kettle decrease the bubble of foam, and dangerous for the health. The purpose of this research with to find the Freundlich constant to decrease the hardness by active carbon, knowing the effect of using the active carbon in decreasing the hardness, and to know the optimal size of active carbon to decrease the hardness. The research was done experimentally to decrease the hardness by active carbon with flowing water in the 8,5 cm diameter and 5 cm high of pile – adsorber column, then analyzing the sample with EDTA. The fixed variable of this research were high of active carbons pile and debit. And the unfixed variable are size of carbon active, (-4+8), (-8+10), (-10) and the flowing direction, upstream and downstream, looked every 20 second with the range of 0-180 second. This research had the results of decreasing the hardness every second and every size of active carbon. The decreasing of hardness from the upstream, from the initial hardness 14,2 mg/l become 5,6 mg/l, and for the downstream from the initial hardness 16,48 mg/l become 6,4 mg/l. Freundlich constant for each variable were, for the upstream with carbon size (-4+8) mesh, $k_F = 1,6237 \times 10^{-6}$, $n = 0,999$; (-8+10) mesh, $k_F = 1,8893 \times 10^{-6}$, $n = 1,000$; (-10) mesh, $k_F = 2,0821 \times 10^{-6}$, $n = 1,483$. For the upstream with carbon size (-4+8) mesh, $k_F = 1,5603 \times 10^{-6}$, $n = 1,077$; (-8+10) mesh, $k_F = 1,8587 \times 10^{-6}$, $n = 0,995$; (-10) mesh, $k_F = 0,5998 \times 10^{-6}$, $n = 12,610$. From this research can be concluded that active carbon as adsorben can be used to decrease the hardness of water. The decreasing of hardness would be greater if the size of active carbon was smaller.

Keywords : adsorption, Freundlich constant, Kalsium (Ca^{2+})

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumber baku untuk air minum, tetapi air tanah biasanya mempunyai kandungan Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg), hal ini dapat menyebabkan air bersifat sadah yang dapat menimbulkan kerak pada ketel, busa sabun berkurang, dan memberikan dampak gangguan pada kesehatan baik bersifat sementara maupun yang bersifat akut, bahkan menimbulkan kematian.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan karbon aktif menurunkan kesadahan dan mengetahui ukuran karbon aktif yang dapat menurunkan kesadahan paling optimum. Selain itu juga untuk menentukan koefisien adsorpsi (k_F dan n) dari persamaan adsorpsi *Freundlich*.

TINJAUAN PUSTAKA

Kesadahan

Air sadah adalah air yang mengandung ion Kalsium (Ca^{2+}) dan Magnesium (Mg^{2+}). Kesadahan air dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Kesadahan Sementara (Temporary Hardness)

Kesadahan sementara disebabkan oleh garam-garam bikarbonat yaitu $Ca(HCO_3)_2$ atau $Mg(HCO_3)_2$. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam larutan dapat diendapkan dengan cara pemanasan.

b. Kesadahan Tetap (Permanen Hardness)

Kesadahan tetap disebabkan oleh garam sulfat ($CaSO_4$, $MgSO_4$) atau garam klorida ($CaCl_2$, $MgCl_2$). Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sulit dihilangkan

atau bahkan tidak hilang walaupun dipanaskan. Untuk melunakkan air sadah semacam ini, dapat dilakukan dengan cara menambahkan Natrium karbonat untuk mengendapkan Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Reaksi yang terjadi adalah :

$$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{NaCl}$$

$$\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{MgCO}_{3(s)} + \text{Na}_2\text{SO}_4$$

Karbon aktif

Karbon aktif adalah suatu bentuk arang yang sudah diaktifkan dengan menggunakan gas CO_2 , uap air, dan bahan kimia tertentu sehingga pori-pori bahan terbuka sehingga daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi dalam larutan dan gas.

Karbon aktif sebagai adsorben digunakan dalam pemurnian air, penyerapan warna, bau dan untuk mengurangi bahan kimia yang tidak diinginkan. Karbon aktif sangat sesuai untuk adsorpsi pelarut yang tidak dapat bercampur dengan air misalnya benzena.

Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair dengan cara ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Proses adsorpsi sangat sesuai untuk pemisahan bahan dengan konsentrasi kecil dari pencampuran lain yang berkonsentrasi tinggi.

Persamaan yang paling umum digunakan untuk menjelaskan proses adsorpsi isothermal adalah Persamaan *Freundlich*.

Model Isoterm *Freundlich* (Al-Duri, 1995) merupakan persamaan empirik, yang dinyatakan dengan persamaan :

$$x/m = k_F \cdot C^{1/n} \tag{1}$$

$$x/m = \frac{V(C_{awal} - C_{akhir})}{m} \tag{2}$$

dengan k_F dan n adalah konstanta Freundlich.

k_F dan n merupakan fungsi temperatur (Do, 1998) dengan persamaan :

$$k_F = k_{F,\infty} \exp(-k_{F,0} \alpha T) \tag{3}$$

$$n = \frac{1}{k_{F,0} T} \tag{4}$$

dengan n , $k_{F,0}$ dan $k_{F,\infty}$ adalah suatu konstanta.

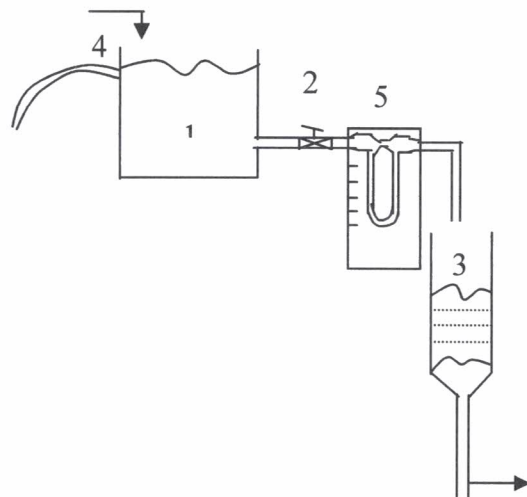
METODE PENELITIAN

Bahan baku

- a. Air sampel
- b. Garam Maurixid
- c. Karbon Aktif
- d. Larutan NaOH 8%
- e. Larutan titran EDTA

Alat

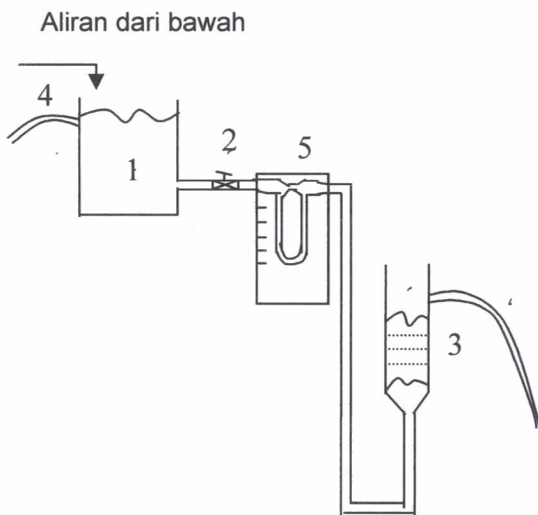
Aliran dari atas



Keterangan Gambar :

- 1. Ember berisi air sampel
- 2. Kran
- 3. Kolom berisi tumpukan karbon aktif
- 4. Penyetabil aliran (flooding)
- 5. Venturi

Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian Untuk Aliran dari Atas



Keterangan Gambar :

1. Ember berisi air sampel
2. Kran
3. Kolom berisi tumpukan karbon aktif
4. Penyetabil aliran (flooding)
5. Venturi

Gambar 2. Rangkaian Alat Penelitian Untuk Aliran dari Bawah

Cara Kerja Penelitian Penyiapan Bahan

Karbon aktif yang digunakan untuk penelitian dapat dibeli dalam bentuk sudah dapat digunakan, kemudian dilakukan screening untuk mendapatkan ukuran partikel lolos 4 mesh, 8 mesh dan 10 mesh.

Masing – masing karbon aktif yang akan digunakan untuk penelitian, ditimbang beratnya terlebih dahulu untuk ketebalan yang telah ditentukan. Berat tersebut kemudian dihubungkan dengan seberapa jauh dapat menurunkan kesadahan secara optimal.

Pengambilan Sampel

Air sampel awal perlu diukur kesadahannya dengan mengalirkan di dalam kolom sehingga diperoleh kesadahan sebelum adsorpsi.

Air sampel yang sudah diukur kesadahannya kemudian dimasukkan dalam tangki penampung air sehingga didapat kecepatan yang konstan. dengan membuka kran pada ½ bukaan. Selanjutnya menampung air sampel yang keluar dari kolom adsorpsi dalam gelas

beaker setiap 20 detik. Air sampel yang sudah teradsorpsi dianalisa.

Analisa air sampel :

Air sampel 100 ml diambil dengan gelas ukur lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker 250 ml. Selanjutnya ditambahkan 2 tetes larutan NaOH 8% dengan pipet tetes. dan sedikit indikator garam Maurixid. Setelah itu dilakukan pemanasan larutan sehingga suhunya $\pm 40^{\circ} \text{C}$.

Setelah larutan dingin, larutan sampel dititrasi dengan larutan EDTA sampai timbul warna ungu biru. Penggunaan larutan EDTA dicatat.

Perhitungan kesadahan (Ca) dengan persamaan

$$C = V_{EDTA} \times \frac{1000}{100} \times \frac{40}{100}$$

Dengan :

C = Kesadahan (mg/lt)

V = Volume titrasi (ml)

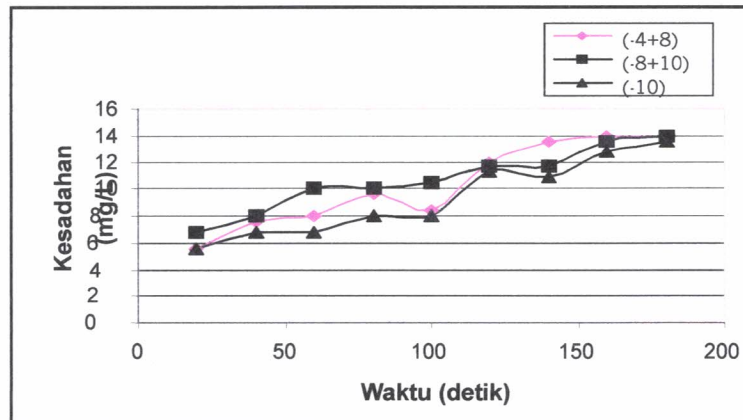
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kesadahan Ca sebelum adsorpsi
Aliran dari atas C = 14,2 mg/lt
Aliran dari bawah C = 1648 mg/lt
2. Kesadahan Ca setelah adsorpsi
a. Aliran dari atas

Tabel 1. Kesadahan setelah adsorpsi untuk aliran dari atas.

T (detik)	Kesadahan setelah adsorpsi (mg/L)		
	(-4+8)	(-8+10)	(-10)
20	5,6	6,8	5,6
40	7,6	8	6,8
60	8	10	6,8
80	9,6	10	8
100	8,4	10,4	8
120	12	11,6	11,2
140	13,6	11,6	10,8
160	14	13,6	12,8
180	14	14	13,6

Dari tabel 1 dapat dibuat Grafik hubungan penurunan kesadahan vs waktu sebagai berikut :



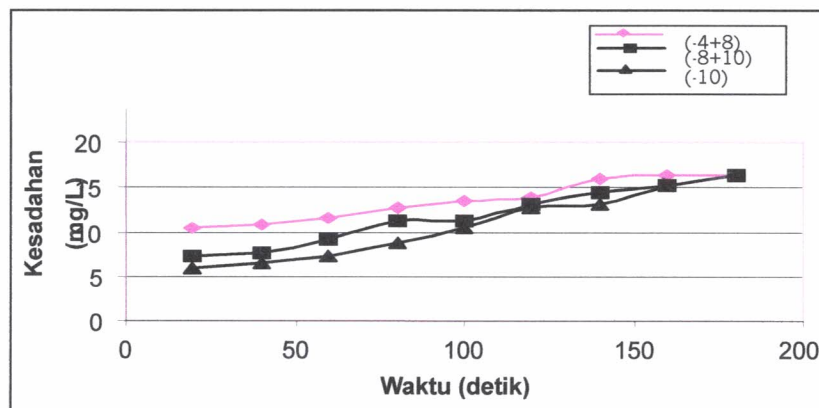
Gambar 3. Penurunan kesadahan untuk aliran air dari atas

b. Aliran dari bawah

Tabel 2. Penurunan kesadahan untuk aliran dari bawah.

t (detik)	Kesadahan setelah adsorpsi (mg/L)		
	(-4+8)	(-8+10)	(-10)
20	10,4	7,2	6
40	10,8	7,6	6,4
60	11,6	9,2	7,2
80	12,8	11,2	8,8
100	13,6	11,2	10,4
120	14	13,2	12,8
140	16	14,4	13,2
160	16,4	15,2	15,2
180	16,4	16,4	16,4

Dari tabel 2 dapat dibuat Grafik hubungan penurunan kesadahan vs waktu sebagai berikut :



Gambar 4. Penurunan kesadahan untuk aliran air dari bawah

Penurunan kesadahan optimal terjadi pada waktu 0-50 detik, seperti terlihat pada grafik hal ini dikarenakan semakin lama permukaan karbon aktif semakin jenuh sehingga penurunan kesadahan tidak optimal lagi bahkan cenderung tidak terjadi penurunan kesadahan oleh permukaan karbon aktif. Penurunan kesadahan optimal terjadi pada ukuran karbon 10 mesh karena luas permukaannya yang lebih besar sehingga memungkinkan terjadi penurunan kesadahan yang lebih banyak. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 3 dan 4.

Penurunan persamaan (1) akan diperoleh persamaan regresi yang dapat menghubungkan x/m dan C^* yang digunakan untuk mengolah data dan diperoleh konstanta *Freundlich*.

$$\text{Log } x/m = 1/n \text{ log } C^* + \text{Log } k_F \quad (5)$$

Sehingga diperoleh harga konstanta *Freundlich* untuk tiap aliran dan tiap ukuran karbon adalah sebagai berikut :

Untuk aliran dari atas :

Tabel 3. Harga konstanta *Freundlich* untuk aliran dari atas.

Ukuran karbon	k_F	n
(-4+8) mesh	$1,6237 \times 10^{-6}$	0,999
(-8+10) mesh	$1,8893 \times 10^{-6}$	1,000
(-10) mesh	$2,0821 \times 10^{-6}$	1,483

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa konstanta k_F dan n terbesar pada ukuran karbon (-10) mesh.

Untuk aliran dari bawah :

Tabel 4. Harga konstanta *Freundlich* untuk aliran dari atas.

Ukuran karbon	k_F	n
(-4+8) mesh	$1,5603 \times 10^{-6}$	1,077
(-8+10) mesh	$1,8587 \times 10^{-6}$	0,995
(-10) mesh	$0,5998 \times 10^{-6}$	12,610

Dari table 4 dapat dilihat bahwa konstanta k_F terbesar terjadi pada ukuran karbon (-8+10) mesh dan konstanta

n terbesar pada ukuran karbon (-10) mesh.

KESIMPULAN :

1. Karbon aktif sebagai adsorben dapat digunakan untuk menurunkan kesadahan air.
2. Penurunan kesadahan optimum untuk aliran dari atas terjadi pada ukuran karbon (-10) mesh, dari kesadahan mula-mula 14,2 mg/lit menjadi 5,6 mg/lit. Sedangkan untuk aliran dari bawah terjadi pada ukuran karbon (-10) mesh, dari kesadahan mula-mula 16,48 mg/lit menjadi 6,4 mg/lit..
3. Konstanta *Freundlich* untuk aliran dari atas ukuran butiran karbon aktif (-4+8) mesh diperoleh harga $k_F = 1,6237 \times 10^{-6}$ dan harga n = 0,999, untuk ukuran (-8+10) mesh diperoleh harga $k_F = 1,8893 \times 10^{-6}$ dan harga n = 1,000 dan untuk ukuran (-10) mesh diperoleh harga $k_F = 2,0821 \times 10^{-6}$ dan harga n = 1,483.
4. Konstanta *Freundlich* untuk aliran dari Untuk ukuran butiran karbon aktif (-4+8) mesh diperoleh harga $k_F = 1,5603 \times 10^{-6}$ dan harga n = 1,077, untuk ukuran (-8+10) mesh diperoleh harga $k_F = 1,8587 \times 10^{-6}$ dan harga n = 0,995 dan untuk ukuran (-10) mesh diperoleh harga $k_F = 0,5998 \times 10^{-6}$ dan harga n = 12,610.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Duri, B., 1995, "A Review in Equilibrium in Single and Multicomponent Liquid Adsorption System", *Review in Chemical Engineering*, II, 101-143.
- Bird, Tony, 1993, "Kimia Fisik untuk Universitas", PT Gramedia, Yogyakarta.
- Do, D.D, 1998, "Adsorption Analysis : Equilibria and Kinetics", vol 1, 64-103, Imperial, College Press, London.

Julian C. Smith, Peter Harnot, 1982, "Operasi Teknik Kimia", Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.

Kamulyan B., 2000, "Teknik Pengolahan Air", Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Noll, K.E., Goynaris, V., and Hou, S.,W., 1992, "Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control", 1ed., 21-22, Lewis Publishers Inc., New York.

Treyball, R.E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3ed, 556-585, Mc. Graw Hill Kughakusa Ltd., Tokyo.