

PHENOMENA PERPINDAHAN PANAS PADA TANGKI AERASI

Agung Rasmito
Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rahman Hakim 100, Surabaya (031) 5945043 - 848
Fax. (031) - 5994620
Email : ag_rasmito@yahoo.co.id

Abstrak

Sering dilakukan pada proses fermentasi menggunakan proses aerasi. Tetapi jarang yang memanfaatkan udara untuk proses aerasi tersebut sekaligus juga digunakan untuk memanaskan atau mendinginkan proses, karena faktor kurangnya data pendukung yang tersedia.

Tujuan penelitian ini untuk menentukan nilai koefisien perpindahan panas volumetrik total (U_a) dan mempelajari pengaruh kecepatan pengadukan, serta kecepatan linier udara aerasi terhadap harga koefisien perpindahan panas volumetrik total tsb.

Metode yang dilakukan secara umum adalah : mengalirkan udara, 70°C, dengan berbagai kecepatan linier (sebagai variabel) dalam tangki berisi air dengan suhu kamar yang diaduk dengan berbagai kecepatan (sebagai variabel). Perubahan suhu air dalam tangki diukur tiap 2 menit sampai diperoleh perubahan suhu yang konstan.

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa, semakin besar kecepatan putar impeller maka nilai U_a semakin besar. Pada rpm yang sama nilai U_a semakin kecil untuk kecepatan linier udara yang besar.

Kata Kunci : koefisien perpindahan panas volumetrik, kecepatan linier udara, kecepatan putar impeller.

1. Pendahuluan

Dalam proses industri kimia, fungsi dan kegunaan peralatan heat exchanger cukup banyak dijumpai. Beberapa aplikasi yang sering dijumpai antara lain untuk keperluan heater cooler, evaporator dan lain-lain. Dan umumnya jenis heat exchanger yang digunakan antara lain adalah shell & tube, double pipe, jacket, coil. Dimana dua fluida yang akan melakukan transfer panas (heat transfer) terletak pada media yang terpisah. Mengingat bila fluida yang digunakan sangat korosif, maka akan menjadi permasalahan tersendiri bagi kelangsungan proses operasi peralatan heat exchanger tersebut. Sebagai alternatif dari model peralatan heat exchanger yang sudah ada, dapat digunakan tangki aerasi (aeration tank) dengan prinsip pertukaran panas (heat transfer) antara dua fluida. Dalam hal ini adalah liquid (larutan) dan gas (udara), kontak secara langsung atau direct contact. Aplikasi dari tipe ini contohnya *direct contact deaerating feedwater heater*, biasanya digunakan di kapal. Keberadaan peralatan tersebut dimulai sejak adanya sistem penggerak boiler

yang beroperasi pada tekanan tinggi, dimana akan terjadi korosi yang diakibatkan oleh adanya Oksigen (O_2) dan Karbondioksida (CO_2) didalam feed water. Merupakan suatu hal yang tidak mungkin untuk dapat mencegah masuknya udara kedalam *feed system*, khususnya pada proses start up. Sehingga perlu adanya mekanisme untuk dapat menghilangkan udara dan gas yang bersifat korosif tersebut dari feed water boiler. Berbagai upaya telah dilakukan antar lain dengan cara condensor aeration dan flash deaeration, namun kurang dapat memberi hasil yang efektif. Untuk itu perlu dibantu dengan suatu mekanisme dengan penggunaan sistem agitasi di dalamnya.

Untuk membuat rancangan atau desain peralatan heat exchanger jenis ini (aeration tank) terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain besarnya nilai koefisien perpindahan panas total (overall heat transfer coefficient), dan beberapa faktor lain yang mempengaruhi nilai koefisien perpindahan panas total itu sendiri. Kenyataan yang ada, bahwa ketersediaan tentang besaran-besaran tersebut, seperti nilai-nilai koefisien perpindahan panas hanya untuk sistem heat exchanger dengan sistem yang tidak kontak langsung, misalnya untuk jenis shell & tube, double pipe, coil dan jacket.

Pada proses perancangan peralatan heat exchanger sistem kontak langsung, besaran nilai overall heat transfer coefficient tidak banyak tersedia. Dan korelasinyapun berbeda-beda tergantung pada beberapa factor termasuk geometri sistem, kecepatan putar impeller, kecepatan linier udara, dan pola fluida yang mengalir dimana pola aliran fluida tersebut dipengaruhi oleh jenis impeller. Untuk itu beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah bahwa : Nilai koefisien perpindahan panas dipengaruhi oleh antara lain kecepatan pengadukan, kecepatan linier udara dan jenis pengaduk yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya harga koefisien perpindahan panas volumetrik total (overall heat transfer coefficient volumetric = $U_{\text{volumetric}}$) dengan berubahnya kecepatan pengadukan, kecepatan linier udara dan jenis impeller.

2. Fundamental

Perpindahan panas (heat transfer) merupakan phenomena perpindahan yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu, dimana terjadi perpindahan gaya dan panas dari daerah bersuhu tinggi ke daerah dengan suhu yang lebih rendah (high to low temperature region). Hal penting yang harus diperhatikan dalam mempelajari perpindahan panas adalah besarnya nilai koefisien perpindahan panas. Karena dengan diketahuinya nilai koefisien perpindahan panas tersebut dapat dijadikan acuan untuk merancang atau membuat peralatan-peralatan perpindahan panas. Dalam penelitian ini penekanannya diletakkan pada kajian koefisien perpindahan panas didalam suatu tangki berpengaduk yang diberi aliran udara (aeration tank). Jenis perpindahan panas yang dipilih adalah sistem kontak langsung (direct contact) antara suatu cairan dengan gas.

Overall Heat Transfer Coefficient.

Dalam prakteknya, kebanyakan suhu suatu permukaan atau pada kondisi batas permukaan tidak diketahui, tetapi besarnya suhu disekitar kedua sisi permukaan padat biasanya diketahui seperti pada perpindahan panas pada sistem dinding datar (plane wall). Dengan asumsi bahwa pada masing-masing fluida hanya terjadi perpindahan panas secara konveksi dan konduksi pada dinding, maka laju perpindahan panas mengikuti persamaan berikut:

$$q = U_a \cdot \Delta T_{\text{overall}} \quad (1)$$

Phenomena Perpindahan Panas pada Tangki Aerasi.

Perpindahan panas antara dua fase, gas dan cairan (liquid) pada tangki aerasi dengan diameter D , suhu cairan mula-mula T_0 dan suhu udara mula-mula T_{ud} maka dapat diturunkan neraca panas sebagai berikut:

$$\text{Akumulasi} = \text{input} - \text{output} + \text{generasi} \quad (2)$$

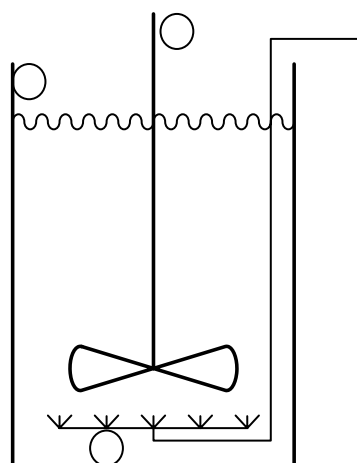
$$\ln \left(\frac{T - T_{ud}}{T_o - T_{ud}} \right) = - \frac{U_a V}{m.C} . t \quad (3)$$

(Kumar dan Fan) melakukan pengukuran dengan menggunakan variasi kecepatan gas. Hasil yang diperoleh adalah bahwa perpindahan panas akan bertambah seiring dengan bertambahnya kecepatan gas. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya interaksi gelembung gas. Tetapi untuk kecepatan gas yang lebih besar dari 0,28 m/dt, maka nilai koefisien perpindahan panas cenderung konstan. Ukuran geometrik dari bubble column dan distribusi gasnya tidak akan berpengaruh pada pola perpindahan panas, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak adanya pengaruh diameter gelembung gas pada perpindahan panas. (Indarto) mempelajari perpindahan panas pada proses pendinginan air pada tengki aerasi. Hasil yang diperoleh adalah bahwa semakin besar laju alir gas, maka harga U_a semakin besar. Sedangkan dengan bertambahnya viskositas cairan yang didinginkan, maka nilai U_a mengalami penurunan. (Hendra) melakukan perhitungan terhadap harga U_a pada sistem pendinginan air serupa dengan Indarto. Tetapi menggunakan jenis impeller turbin (impeller blade). Hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah sayap turbin, maka harga U_a akan meningkat yang diikuti peningkatan nilai disipasi daya. Hendra juga menyatakan bahwa jika turbin (impeller) dengan blade disusun miring sekitar 45° , sangat efektif untuk pertukaran panas dalam tangki. Impeller tipe ini dapat menyebabkan kombinasi aliran axial dan radial.

Agitasi

Ada tiga hal yang harus diperhatikan dalam mempelajari besarnya nilai koefisien perpindahan panas didalam tangki aerasi adalah : - Aliran hidrodinamik hanya terjadi disekitar impeller dan didalam tangki. - Ukuran gelembung, mekanisme pengangkat dan wilayah perantara antara cairan dan gas pada saat terjadinya proses perpindahan panas. - Koefisien perpindahan massa, dimana besarnya dapat ditentukan dengan mengetahui nilai kecepatan putar impeller, laju pembubuhan gas, ukuran atau dimensi dari impeller dan tangki, serta properti dan rheology dari fluida

3. Metode Penelitian



Keterangan Gambar :

1. Tangki Air
2. Impeller
3. Aerator

Gambar 1. Tangki Aerasi

Percobaan dilakukan dengan menggunakan peralatan seperti pada **Gambar.1**. Air dengan suhu kamar dimasukkan dalam tangki dengan volume tertentu. Diaduk menggunakan impeller jenis *flat blade turbine* dengan kecepatan putar sebagai variabel : 375 rpm, 425 rpm, 475 rpm. Kemudian dialirkan udara dengan suhu 70°C dengan kecepatan linier sebagai variabel : 0,1 m/dt; 0,2 m/dt; 0,3 m/dt. Data yang diambil adalah suhu air dalam tangki dicatat setiap dua menit sampai diperoleh suhu yang konstan. Dan juga data suhu udara yang keluar dari tangki. Dari data tadi dihitung harga koefisien perpindahan panas volumetrik U_a menggunakan persamaan (3) yang dilinierkan dalam bentuk grafik.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil perhitungan data yang diperoleh ditabelkan seperti pada **Tabel.1**

Tabel.1. Data Hasil Percobaan dan Perhitungan

Rpm	Kecepatan Udara (m/dt)	U_a (KJ/m ³ .dt. ⁰ C)
375	0,1	18,78
	0,2	20,41
	0,3	22,05
425	0,1	21,98
	0,2	22,97
	0,3	24,39
475	0,1	23,86
	0,2	25,46
	0,3	26,93

Dari harga U_a yang ada pada tabel diatas , semakin besar kecepatan putar impeller dan semakin besar kecepatan linier udara maka harga koefisien perpindahan panas nya (U_a) juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena dispersi udara semakin homogen. Kecepatan putar impeller yang lebih rendah menyebabkan bouyancy dari udara menjadi lebih banyak jika dibandingkan pada kecepatan putar impeller yang lebih tinggi. Udara yang tertangkap oleh vortex lebih banyak dibanding pada kecepatan putar yang lebih rendah. Pada kecepatan putar impeller yang lebih tinggi, gas akan lebih sempurna tertangkap oleh vortex, yang kemudian akan terkavitasi. Gas yang terkavitasi ini akan terdispersi dalam cairan. Sehingga pada kecepatan tinggi dispersi gas yang terjadi menjadi lebih sempurna.

5. Kesimpulan

Makin besar kecepatan putar impeller dan makin besar kecepatan linier udara, maka harga koefisien perpindahan panas volumetrik (U_a) semakin besar. Pada penelitian ini harga terbesar yaitu $U_a = 26,93$ KJ/m³.dt.⁰C diperoleh pada saat putaran impeller 475 rpm dan kecepatan linier udara 0,3 m/dt.

Daftar Notasi

T_0 : suhu liquid awal (⁰C)

T : perubahan suhu liquid pada t menit (⁰C)

T_{ud} : suhu rata-rata udara dalam tangki (⁰C)

U_a : koefisien perpindahan panas overall volumetric (joule/m.cm³.⁰K)

V : volume liquid dalam tangki (m³)

m : massa liquid dalam tangki (kg)

C : kapasitas panas liquid (kJ/kg ⁰K)

Daftar Pustaka

1. Adi Wirawan Husodo, "Koefisien Perpindahan Panas Pada Pemanasan Air Laut Dalam Tangki Aerasi," *Jurnal Iptek – ITATS*, Surabaya, 2006.
2. Andik, Donor, Taufan dan Nina, "Laporan Penelitian Phenomena Perpindahan Panas dari Air ke Air pada Coil" Jurusan Teknik Kimia ITATS, Surabaya, 2006.
3. Geankoplis, CJ, "Transport Processes and Unit Operation," 2nd, Allyn and Bacon, Inc, 1983.
4. Kern, DQ, "Process Heat Transfer," International Student Edition, 1983



Filename: makalah_Riau_agung
Directory: F:
Template: C:\Documents and Settings\bundo\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: PEMANFAATAN KULIT KERANG SEBAGAI
ABSORBAN LIMBAH KHROM
Subject:
Author: ITATS
Keywords:
Comments:
Creation Date: 14/05/2003 22:01:00
Change Number: 2
Last Saved On: 14/05/2003 22:01:00
Last Saved By: kimia1
Total Editing Time: 2 Minutes
Last Printed On: 02/12/2006 14:51:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 5
Number of Words: 1.696 (approx.)
Number of Characters: 9.669 (approx.)

