

RANCANG ALAT HEATER UNTUK PEMBUATAN n- BUTANOL MENGGUNAKAN PROSES HIDROGENASI

by Jhoe Nifan

Submission date: 08-Dec-2021 10:08AM (UTC-0500)

Submission ID: 1723096540

File name: Frengki.docx (88.24K)

Word count: 1785

Character count: 9029

RANCANG ALAT HEATER UNTUK PEMBUATAN n-BUTANOL MENGUNAKAN PROSES HIDROGENASI

Frengki Boy Hutasoit¹, Kun Aussieanita Mediaswanti²
frengkiboyhts@gmail.com dan 085231670209

Diterima (Juni, 2021), Direvisi (Juni, 2021) Diterbitkan (Juli, 2021)

Abstrak

dapat dikatakan salah satu jenis bahan intermediate sebagaimana dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku oleh pihak perusahaan yang secara hilir misalnya perusahaan tekstil, plastik, surface coating, cat dan lain-lain. Adapun beberapa metode yang perlu dipergunakan untuk melakukan sebuah pembuatan butanol antara lain hidrogenasi, dimana pada dasarnya bahan baku butil butirat direaksikan dengan gas hidrogen pada Fixed Bed Multitube Reactor dengan menggunakan katalis padat maka akan menghasilkan produk n-Butanol. Pabrik n-Butanol dirancang dengan kapasitas 5.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun, dengan adanya sebuah proses produksi yang dalam kurun waktu selama 1 hari atau 12 jam. pada dasarnya reaksi yang ada terdapat pada fase gas bagaimana memiliki tingkat suhu 280°C serta memiliki sebuah tekanan 10 atm, tingkat reaksi tersebut sifat eksotermis sebagaimana dapat menggunakan katalis Cu/ZnO/Al₂O₃ dengan sebuah perbandingan mol reaktan butil butiran serta hidrogen 1:14 sebagaimana dapat menghasilkan pada konversi n-Butanol mencapai tingkat presentasi 90%. Dirancang alat berupa heater yang berfungsi sebagai pemanas hidrogen dari suhu 30°C menjadi 280°C sebelum dialirkan menuju reaktor. Media pemanas yang digunakan yaitu steam yang berasal dari boiler. Hidrogen yang mengalir pada heater berkapasitas 119,44 kg/jam dan setelah dilakukan perhitungan, didapatkan heater berjenis double pipe heat exchanger (DPHE), dimensi pipa 2^{1/2} inch x 1^{1/4} inch dengan 3 hairpin, panjang pipa 20 ft, pada bagian anulus mengalir hidrogen dan pipa mengalir steam sebagai pemanas. Heater menggunakan bahan konstruksi berupa carbon steel.

Kata kunci: n-Butanol, Hidrogen, Hidrogenasi, Heater

Abstract

n-Butanol is one of the intermediate materials used as raw material for downstream industries such as the textile, polymer, plastic, paint, surface coating, pharmaceutical, and others industries. There are several methods that can be used in the manufacture of n-Butanol, one of which is the hydrogenation process, where the raw material butyl butyrate is reacted with hydrogen gas in a Fixed Bed Multitube Reactor using a solid catalyst to produce n-Butanol. The n-Butanol plant is designed with a capacity of 5,000 tons/year. The factory operates 330 days a year, with a production process of 24 hours/day. The reaction occurs in the gas phase with a temperature of 280°C and a pressure of 10 atm, the reaction is exothermic using a Cu/ZnO/Al₂O₃ catalyst with a mole ratio of reactant butyl butyrate and hydrogen of 1:14 and produces a product conversion of n-Butanol of 90%. Further purification was carried out using a distillation tower in the form of n-Butanol with a purity of 99.50%. The device is designed in the form of a heater that functions as a hydrogen heater from a temperature of 30°C to 280°C before being sent to the reactor. The heating medium used is steam from the boiler. Hydrogen flowing in the heater with a capacity of 119.44 kg/hour and after calculations, obtained a heater of the double pipe heat exchanger (DPHE) type, pipe dimensions 2^{1/2} inch x 1^{1/4} inch with 3 hairpins, pipe length 20 ft. the annulus flows hydrogen and the pipe flows steam as a heater. The heater uses a construction material in the form of carbon steel.

Keywords: n-Butanol, Hydrogen, Hydrogenation, Heater

1. PENDAHULUAN

Industri kimia di Indonesia sepanjang dua dekade belakangan ini bertumbuh sangat pesat. Salah satu industri yang memiliki peluang pasar yang tinggi Pabrik petrokimia. Pabrik Petrokimia merupakan salah satu pabrik yang bergerak di bagian pengolahan bahan baku kimia dengan dapat memproduksi kan sebuah bahan mentah menjadi bahan jadi serta juga dapat memproduksi setengah jadi atau intermediate. n-Butanol dapat dikatakan juga sebagai salah satu bahan dan media yang banyak digunakan sebagai salah satu bahan dalam perusahaan hilir misalnya plastik, cara serta farmasi. n-Butanol Juga dapat di usulkan sebagai salah satu bahan yang pengganti terhadap minyak solar serta minyak bensin. Penggunaannya yang terus meningkat di Indonesia akan tetapi produsen lokal belum dapat memenuhi seluruh kebutuhan bahan kimia tersebut sehingga perlu ditingkatkan produksi di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan impor. Saat ini Industri terus melakukan inovasi untuk dapat membuat peralatan yang digunakan seefisien mungkin dalam penggunaan energi. Penggunaan alat pada industri khususnya industri yang memiliki reaksi pada suhu yang tinggi harus didesign efisien dalam penggunaan energi seperti reaktor, heater, dan peralatan lainnya yang memerlukan suhu tinggi. Proses pembuatan n-Butanol salah satu proses produksi yang memerlukan suhu tinggi dalam reaksinya oleh karena itu perlu dilakukan prancangan pada peralatan yang digunakan salah satunya pada heater.

2. MATERI DAN METODE

Salah satu proses perpindahan panas yang ada pada sebuah fluida juga dapat dikatakan sebagai salah satu bagian yang penting dalam proses industri kimia. (Kern, 1983) yang menyatakan bahwa adanya perpindahan panas merupakan salah satu ilmu yang mana berkaitan dengan lajunya perpindahan panas selama 8 hari serta

sebagaimana juga disebut sebagai source and receiver. Heater merupakan alat yang lazim digunakan pada industri. Salah satu tipe dari heater yaitu double pipe heat exchanger (DPHE). DPHE merupakan alat penukar panas yang mana pipa yang satunya berada di dalam pipa yang jauh lebih besar yang merupakan 2 bagian pipa yang konsentris. DPHE biasanya digunakan sebagai pemanas dengan kapasitas bahan yang tidak terlalu besar atau dengan luas perpindahan panas (A) tidak lebih dari 120 ft² (Kern, 1965). Dalam perancangan DPHE memiliki beberapa langkah perhitungan yakni;

- a. Menghitung Heat Balance
- b. Menghitung nilai Log Mean Temperature Difference (LMTD)
- c. Menghitung Suhu Kalorik (T_c dan t_c)
- d. Melakukan Trial Ukuran DPHE, ukuran pipa yang digunakan dapat dilihat pada buku Kern pada tabel 6.2 hal. 110 dan pada tabel 111 hal. 884.
- e. Menghitung Evaluasi Perpindahan Panas
- f. Menghitung Clean Overall Coefficient (U_c)
- g. Menghitung Design Overall Coefficient (U_d)
- h. Menghitung Luas dan Panjang Area Perpindahan Panas (A)
- i. Mencari panjang pipa (L) yang paling ekonomis
- j. Menentukan Actual Design
- k. Menghitung Evaluasi ΔP

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nama Alat : Heater E-116
 Fungsi : Berfungsi sebagai pemanas untuk Hidrogen sebelum direaksikan pada reaktor (R-110)
 Tipe : Double pipe heat exchanger (DPHE)
 Bahan Konstruksi : Carbon Steel
 Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Tekanan : 10 atm = 146,95 psia

Fluida panas (Steam): Tube

T_{in} : 350 °C = 662 °F

T_{out} : 300 °C = 572 °F

Laju alir : 119,44 kg/jam = 263,36 lb/h

Fluida dingin (Hidrogen): Anulus

t_{in} : 35 °C = 95 °F

t_{out} : 280 °C = 536 °F

Laju alir : 116,38 kg/jam = 256,624 lb/h

Fluida yang memiliki laju massa (W) yang lebih besar maka berada pada Pipe, dan yang memiliki nilai W yang lebih kecil berada pada Anulus.

Perhitungan :

1. Menghitung nilai heat balance (Q) dan mencari data property lainnya

- a. Nilai Q telah dicari pada perhitungan neraca massa dan neraca panas sebelumnya Q : 245940,284 Kj/jam = 233151,4 Btu/h
- b. Nilai rata-rata temperature fluida panas (T_{av}) dan dingin (t_{av}), Specific heat (Cp), Thermal Conductivity (k) dan Viscosity at the caloric temperature(μ)

Anulus (Hidrogen)			Pipe (Steam)		
t_{av}	617	$^{\circ}\text{F}$	t_{av}	315,5	$^{\circ}\text{F}$
Cp	3,5	Btu/lb $^{\circ}\text{F}$	Cp	0,48	Btu/lb $^{\circ}\text{F}$
k	0,1430	Btu/jam ft $^{\circ}\text{F}$	k	0,0264	Btu/jam ft $^{\circ}\text{F}$
μ	0,0290	Lb/ft $^{\circ}\text{F}$	μ	0,0508	Lb/ft $^{\circ}\text{F}$

2. Mencari Log Mean Temperature Difference (ΔT_{LMTD})

Hot Fluid ($^{\circ}\text{F}$)		Cold Fluid ($^{\circ}\text{F}$)	Diff ($^{\circ}\text{F}$)	
662	Higher Temp	536	126	Δt_2
572	Lower Temp	95	477	Δt_1
			351	$\Delta t_2 - \Delta t_1$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln(\Delta t_2/\Delta t_1)}$$

$$\Delta T_{LMTD} : 263,66 \text{ } ^{\circ}\text{F}$$

3. Suhu Kalorik (T_c dan t_c)

$$T_c : (T_1 - T_2) / 2 = 617 \text{ } ^{\circ}\text{F}$$

$$t_c : (t_1 - t_2) / 2 = 315,5 \text{ } ^{\circ}\text{F}$$

4. Trial Ukuran DPHE

Dicoba DPHE ukuran $2 \frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{4}$ IPS sch 40, aliran steam dibagian pipa

Dari tabel 6.2 Kern hal. 110 didapatkan:

$$a_{an} : 2,63 \text{ in}^2 = 0,219 \text{ ft}^2$$

$$a_p : 1,5 \text{ in}^2 = 0,125 \text{ ft}^2$$

$$d_e : 2,02 \text{ in} = 0,168 \text{ ft}$$

$$d_e^2 : 0,81 \text{ in} = 0,067 \text{ ft}$$

Dari tabel 11 Kern hal. 844 didapatkan:

$$d_{op} : 1,66 \text{ in} = 0,138 \text{ ft}$$

$$d_{ip} : 1,38 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}$$

$$a'' : 0,435 \text{ ft}$$

Evaluasi Perpindahan Panas	
Anulus (Hidrogen)	Pipe (Steam)
5. Menghitung N_{Re}	5. Menghitung N_{Re}
$G_{an} : \frac{W}{a_{an}}$	$G_{ap} : \frac{W}{a_p}$
$G_{an} = 1.171,80 \text{ lb/hr ft}^2$	$G_{ap} = 2.106,88 \text{ lb/hr ft}^2$
$N_{Re} : G_{an} \times d_e$	$N_{Re} : G_{ap} \times d_i$

$N_{Re} = 6.779,01$ μ	$N_{Re} = 4.767,63$ μ
6. Faktor perpindahan panas (Jh) Jh = 25 (dikutip dari Kern fig.24)	6'. Faktor perpindahan panas (Jh) (Untuk steam tidak perlu dicari)
7. Koefisien Perpindahan Panas ho = 19,001 Btu/hr ft ² °F	8. Koefisien Perpindahan Panas hio = 1500 Btu/hr ft ² °F

8. Clean Overall Coefficient (Uc)

$$U_c : \frac{h_o \times h_{io}}{h_o + h_{io}}$$

$$U_c = 18,7631 \text{ Btu/hr ft}^2 \text{°F}$$

9. Design Overall Coefficient (Ud)

Dirt factor (Rd) minimum : 0,001 Hr ft²°F/Btu (Kern, Hal.113)

$$R_d : \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

Sehingga di dapat nilai Ud = 18,4176 Btu/hr ft²°F

10. Luas dan Panjang Area Perpindahan Panas (A)

$$A : \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 48,013 \text{ ft}^2$$

$$L : \frac{A}{a''}$$

$$L = 110,037 \text{ ft}$$

Karena nilai A < 120 ft² maka yang digunakan adalah DPHE

11. Mencari panjang pipa (L) yang paling ekonomis Satu hairpin terdiri dari dua pipa

Panjang pipa (ft)	hairpin (buah)	Pembulatan Hairpin (buah)	L baru (ft)
12	4,7	5	120
15	3,7	4	120
20	2,8	3	120

Dipilih hairpin berjumlah 3 dengan panjang pipa 20 dan panjang pipa baru (L) = 120 ft

12. Menentukan Actual Design

a. Aactual

$$A_{actual} = L_{baru} \times a''$$

$$A_{actual} \text{ atau } A \text{ baru} = 52,2 \text{ ft}^2$$

b. Uactual

$$U_{actual} : \frac{Q}{A_{act} \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$U_{\text{dactual}} = 16,9401 \text{ Btu/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

c. Rd hitung

$$\text{Rd hitung} : \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$\text{Rd hitung} = 0,0057 \text{ Hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F/Btu}$$

d. % Overdesign

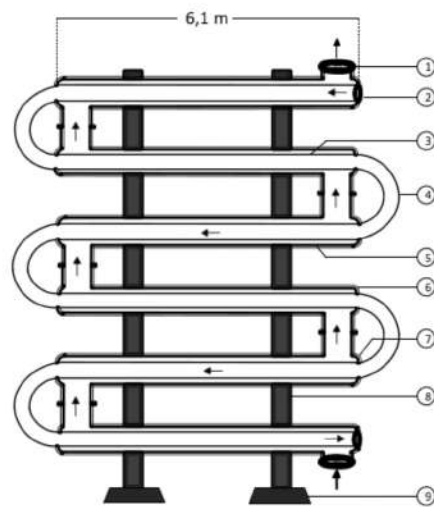
$$\% \text{ Overdesign} : \frac{\text{Rd hitung} - \text{Rd minimum}}{\text{Rd minimum}}$$

$$\% \text{ Overdesign} = 4,7 \% \approx 5 \%$$

Rd hitung > Rd minimum dengan range (5-10 %)

Resume Hasil Design Alat Heater

Tipe	: ¹¹ <i>Double pipe heat exchanger</i> (DPHE)
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Panjang pipa	: 20 ft
Jumlah hairpin	: 3 buah
Dimensi pipa	: 2 ½ x 1 ¼" IPS sch 40
Diameter luar anulus	: 2,88 in = 0,240 ft
Diameter dalam anulus	: 2,469 in = 0,205 ft
Diameter luar pipa	: 2,02 in = 0,168 ft
Diameter dalam pipa	: 1,38 in = 0,115 ft



Gambar 1. Design alat DPHE 3 hairpin

Keterangan:

1. Nozzle Anulus (Pipe)
2. Nozzle Pipe
3. Pipe
4. Return Bend
5. Anulus (Pipe)
6. Jacket DPHE
7. Return Head
8. Sliding Support
9. Fixed Support

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapat heater dengan tipe double pipe heat exchanger (DPHE) dengan dimensi $2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$ IPS sch 40, 3 hairpin, dan panjang pipa 20 ft. Bahan konstruksi DPHE yaitu Carbon Steel.

RANCANG ALAT HEATER UNTUK PEMBUATAN n-BUTANOL MENGUNAKAN PROSES HIDROGENASI

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	2%
2	zh.scribd.com Internet Source	2%
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
4	es.scribd.com Internet Source	1%
5	eprints.itn.ac.id Internet Source	1%
6	id.123dok.com Internet Source	1%
7	ar.scribd.com Internet Source	1%
8	docobook.com Internet Source	1%
9	ejournal.unira.ac.id Internet Source	1%

10	core.ac.uk Internet Source	1 %
11	dspace.uii.ac.id Internet Source	1 %
12	pertanianorganik09.wordpress.com Internet Source	<1 %
13	www.repositorio.unb.br Internet Source	<1 %
14	doku.pub Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

RANCANG ALAT HEATER UNTUK PEMBUATAN n-BUTANOL MENGGUNAKAN PROSES HIDROGENASI

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10
