

### C. Komponen Neraca Massa

Komponen	Input	Output
Sellulosa	1235.00kg/jam	120.94kg/jam
Glukosa	0.00 kg/jam	575.59kg/jam
Protein	15.60kg/jam	1237.87kg/jam
Air	699.40kg/jam	15.60kg/jam
HCl	42.90kg/jam	42.90 kg/jam
<b>Total</b>	<b>1992.90kg/jam</b>	<b>1992.90kg/jam</b>

Keterangan

Waktu yang dibutuhkan untuk hidrolisis	t =	2 Jam
1. Waktu pengisian campuran sellulosa,HCl dan air	t1 =	1 jam
2. Waktu hidrolisis	t2 =	2 jam
3. Waktu pengosongan tangki	t3 =	1 jam
waktu siklus tangki Hidrolisis	tc =	4 jam

Sehingga kebutuhan Reaktor, sebanyak = 4 buah

Data Umpan

Komponen	Input (Kg/Jam)	$\rho$ (Kg/L)	Fv (L/Jam)	Xi	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Sellulosa	1235.00	0.995	1193.36	0.62	995.09
Protein	15.60	0.955	15.70	0.01	955.41
Air	699.40	0.998	673.85	0.35	998.00
HCl	42.90	0.977	42.23	0.02	976.80
	1992.90	3.925	1925.14	1	3925.30

#### C.1. Densitas Campuran

$$\begin{aligned} \rho_{\text{mix}} &= \text{total input}/F_v \\ &= 1.04 \text{ Kg/L} \\ &= 1035.20 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 64.60 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

#### C.2. Volume Reaktor

Volume reaktor dapat ditentukan dengan cara

$$\begin{aligned} V_{\text{reaktor}} &= t \cdot F_v \\ &= 3850.28 \text{ L} \\ &= 3.85 \text{ m}^3 \\ &= 135.97 \text{ ft}^3 \\ &= 1017.13 \text{ gallon} \end{aligned}$$

Dirancang ukuran tangki reaktor Hidrolisis ini sesuai dengan pertimbangan perbandingan tinggi dan diameter reaktor ideal berdasarkan Referensi yang terdapat pada Buku Chemical Equipment Design hal. 342, tabel 2.3

$$\begin{aligned} \text{Diameter : Tinggi (D : H)} &= 2 : 3 \\ \text{Debit umpan} &= \text{massa total : } \rho \text{ total} \\ &= 507.71 \text{L/Jam} \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan over design untuk reaktor ini adalah 20% dari total volume hitung

$$\begin{aligned} V \text{ design} &= 163.1627 \text{ft}^3 \\ &= 4.620 \text{m}^3 \end{aligned}$$

### C.2.3. Menentukan Dimensi Reaktor

Reaktor dirancang dengan bentuk silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah. Serta pengaduk untuk menghomogenkan reaksi. Perancangan dimensi mendekati pemodelan matematis silinder.

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$$

Dimana : V = Volume  
D = Diameter  
H = Tinggi

Dikarenakan perancangan dimensi reaktor menggunakan perbandingan D : H = 2 : 3, sehingga

$$V \text{ reaktor} = V \text{ silinder} + 2 \cdot V \text{ head}$$

$$V_{\text{reaktor}} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H + 2 \cdot (0.0847 \cdot D^3)$$

$$V_{\text{reaktor}} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot 1.5D + 2 \cdot (0.0847 \cdot D^3)$$

$$V_{\text{reaktor}} = \frac{1,5\pi}{4} D^3 + 2 \cdot (0.0847 \cdot D^3)$$

$$V \text{ reaktor} = 1.35 D^3$$

$$V \text{ hitung} = 163.16 \text{ft}^3$$

$$V \text{ reaktor} = V \text{ hitung}$$

$$1.179 D^3 = 163.16 \text{ft}^3$$

Sehingga Diameter Reaktornya adalah :

$$\begin{aligned} D &= 4.95 \text{ ft} \\ &= 1.51 \text{ m} \\ &= 59.36 \text{ inch} \end{aligned}$$

Dan Tinggi Reaktornya adalah :

$$\begin{aligned} H &= 1.5 \cdot D \\ &= 7.42 \text{ ft} \\ &= 2.26 \text{ m} \\ &= 89.04 \text{ inch} \end{aligned}$$

### C.2.4. Menentukan tinggi cairan dalam tangki

Asumsi yang digunakan : V cairan = V hitung

$$\begin{aligned} V \text{ cairan} &= 3850.28\text{L} \\ &= 3.85 \text{ m}^3 \\ &= 135.99\text{ft}^3 \end{aligned}$$

$$V \text{ cairan} = V \text{ cairan dalam shell} + V \text{ bottom}$$

$$V \text{ cairan} = V \text{ silinder} + V \text{ Head}$$

$$V_{\text{silinder}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H \quad V_{\text{head}} = 0.0847 \cdot D^3$$

$$\begin{aligned} V \text{ cairan} &= 1.79 H^3 \\ H^3 &= 135.99\text{ft}^3 \\ H \text{ cairan} &= 5.14 \text{ ft} \\ &= 1.57 \text{ m} \\ &= 61.71 \text{ inch} \end{aligned}$$

### C.2.5. Menentukan Tekanan Design dalam tangki

Tekanan design dirancang dengan overdesign 20% dari tekanan normal

$$\begin{aligned} P \text{ Hidrostatik} &= \rho \text{ mix.g. } H_{\text{cairan}} \\ &= 332.18\text{lb/ft}^2 \\ &= 2.31 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$P \text{ Operasi} = 14.696\text{psia}$$

$$\begin{aligned} P \text{ Design} &= 1.2 \cdot (P \text{ design} + P \text{ hidrostatik}) \\ &= 20.40 \text{ psia} \end{aligned}$$

### C.3. Menentukan konstruksi reaktor

#### C.3.1 Menentukan Tebal dinding reaktor

reaktor dirancang dengan *over design* sebesar 20%. Dimaksudkan ketika pabrik akan meningkatkan kapasitas produksi, maka tidak perlu mengganti reaktor atau menambah jumlah reaktor.

Tebal shell reaktor dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada buku Brownell & young "Process Equipment Design", sebagai berikut :

dimana :  $t_s$  = tebal shell, inch

$P$  = tekanan, psi

$r_i$  = jari - jari silinder dalam, inch

$f$  = maksimum allowable stress, psi

$E$  = efisiensi pengelasan

$C$  = faktor korosi

$$t_s = \frac{P \cdot r}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C$$

Dari buku brownell & young ( Table 13.2, P - 255), didapatkan data-data sebagai berikut :

Allowable stress (f) = 12650psia

Efisiensi sambungan = 0.8

Corrosion allowance = 0.125 inch

Sambungan yang dipilih double welded butt joint (App. D Brownell & Young)

jari-jari ( r ) = ID/2

= 29.68 inch

sehingga dapat ditentukan

ts = 0.18 inch

ts standard = 0.19 inch

= 3/16 (Table 5.4. P-87, Brownell & Young)

ID shell = 59.36 inch

OD Shell = ID shell + 2\*ts standard

= 59.73 inch

OD shell std = 60.00 inch

icr = 3.63 inch 3 5/8

rc = 60.00 inch

IDs = OD-2\*ts standard

= 59.63 inch

= 1.51 m

= 4.97 feet

H = 2\*IDs

= 119.25 inch

= 3.03 m

= 9.94 feet

### C.3.2. menentukan Dimensi Head

#### A. Pemilihan Jenis Head

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

1. Flanged & Standard Dished Head

digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

2. Torispherical Flanged & Dished Head

digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis

3. Elliptical Dished Head

digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal

4. Hemispherical Head

digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi. Kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas

dipilih tipe torispical Flanged & Dished head dengan pertimbangan diatas

*keterangan*

$$a = ID/2$$

$$AB = a - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0.5}$$

$$b = r - AC$$

$$OA = b + sf + th$$

### B. Penentuan Dimensi Head

OD shell std	=	60.00 inch	
	=	5 ft	
icr	=	3.63 inch	
rc	=	60.00 inch	
IDs	=	OD-2*ts standard	
	=	59.63 inch	
		1.51 m	
		4.97 ft	
		0.061 =	6.08 %

tebal shell head dihitung dengan persamaan

$$t_h = \frac{0,885 \cdot P \cdot r}{f \cdot E - 0,1 \cdot P} + C \quad (\text{Pers. 13.12, Hal.258, Brownell and Young})$$

untuk icr/ID > 6%, digunakan perhitungan untuk tebal head sebagai berikut

$$t_h = \frac{P \cdot rc \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + C \quad (\text{Pers. 7.77, Hal.138, Brownell and Young})$$

sedangkan tebal head, ditentukan dengan persamaan

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right) = 1.767095 \text{ inch}$$

th	=	0.23 inch
th standard	=	0.25 inch
sf	=	2 inch

Sehingga dapat ditentukan

$$\begin{aligned} \text{OD head} &= \text{ID shell} + 2 \cdot \text{th standard} \\ &= 60.125 \text{ inch} \\ \text{OD head std} &= 60.00 \text{ inch} \\ \text{icr} &= 3.63 \text{ inch} \\ \text{rc} &= 60.00 \text{ inch} \\ \text{IDs} &= \text{OD head} - 2 \cdot \text{th head standar} \\ &= 59.5 \text{ inch} \\ &= 1.51 \text{ m} \\ &= 4.96 \text{ feet} \end{aligned}$$

Dengan demikian, dimensi head dari sebuah torispherical dapat ditentukan sebagai berikut

$$\begin{aligned} a &= 29.75 \text{ inch} \\ AB &= 26.13 \text{ inch} \\ BC &= 56.38 \text{ inch} \\ AC &= 49.96 \text{ inch} \\ b &= 10.04 \text{ inch} \\ OA &= 12.29 \text{ inch} \\ H &= 12.29 \text{ inch} \\ &= 0.31 \text{ m} \\ &= 1.02 \text{ ft} \end{aligned}$$

### C. Volume head

volume sebuah torispherical head ditentukan dengan

$$\begin{aligned} V_{\text{head}} &= 0.0827 \cdot D^3 \\ &= 10.08 \text{ ft}^3 \\ &= 0.29 \text{ m}^3 \\ &= 75.41 \text{ gallon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Shell} &= V_{\text{reaktor}} + 2 \cdot V_{\text{head}} \\ &= 5.191 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi Shell, } h_s = \frac{4 \cdot V_s}{\pi \cdot \text{ID}_s^2} = 2.893 \text{ m}$$

### D. Volume Cairan Dalam Shell

$$\begin{aligned} V_{\text{cairan}} &= V_{\text{cairan}} - V_{\text{hitung}} \\ &= 3.56 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Reaktor Total} &= h_s + 2 \cdot h_t \\ &= 3.52 \text{ m} \\ &= 11.54 \text{ ft} \\ &= 138.47 \text{ inch} \end{aligned}$$

$$\text{Luas Permukaan Cairan, } A_t = \frac{\pi}{4} ID^2 = 1.79 \text{ m}^2$$

Jadi, tinggi cairan pada bagian shell adalah

$$\begin{aligned} H \text{ cairan} &= V \text{ cairan di shell}/A_t \\ &= 1.99 \text{ m} \\ &= 78.20 \text{ inch} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan dalam reaktor} &= \text{tinggi cairan dalam shell} + \text{tinggi cairan pada head/bottom} \\ &= 90.50 \text{ inch} \\ &= 2.30 \text{ m} \\ &= 7.54 \text{ ft} \end{aligned}$$

#### D.1. Perancangan Pengaduk

Pengaduk berfungsi untuk menghomogenkan larutan yang ada dalam reaktor, serta mencampur selulosa, air dan HCl agar dapat bereaksi sempurna dan menghasilkan glukosa. Dipilih jenis six flat blade turbine impellers, karena turbine memiliki range volume yang besar dan dapat digunakan untuk kecepatan putaran yang cukup tinggi

sehingga dipilih :

- a) Pengaduk : Six Flat Blade Turbine Impellers
- b) Jml sudut (blade) : 6
- c) Jumlah baffle : 4 (terpisah 90° satu sama lainnya)

Dari Brown hal 507 didapat pers :

$$\begin{aligned} D_t/D_i &= 3 \\ Z_l/D_i &= 2,7-3,9 \\ Z_i/D_i &= 0,75-1,3 \\ W_b/D_i &= 0.17 \\ W_i/D_i &= 0.125 \text{ (diambil dari kurva 5 buku Howard F. Rase, Hal.348)} \\ L/D_i &= 0.25 \end{aligned}$$

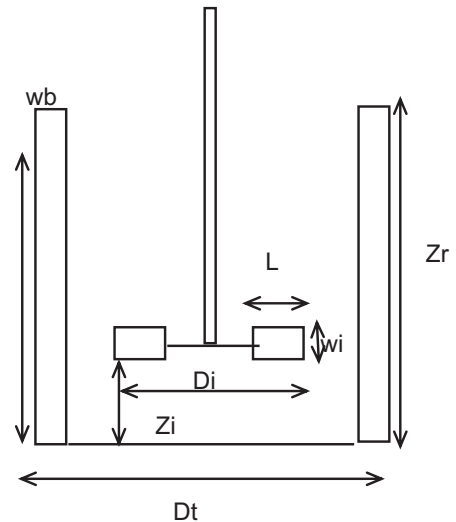
keterangan

$D_t$ = Diameter dalam Reaktor	=	4.97 ft
$D_i$ = Diameter Pengaduk	=	-
$Z_l$ = Tinggi Cairan dlm Reaktor	=	7.54 ft
$Z_i$ = Jarak Pengaduk/blade dari dasar Reaktor	=	-
$W_b$ = Lebar Baffle	=	-
$Z_r$ = tinggi reaktor	=	11.54 ft

Sehingga,

$$\begin{aligned} D_i &= 1.66 \text{ ft} \\ Z_i &= 1.24 \text{ ft} \\ W_b &= 0.28 \text{ ft} \\ W_i &= 0.21 \text{ ft} \\ L &= 0.41 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang baffle} &= \text{tinggi cairan dalam silinder } Z_i \\ &= 7.54 \text{ ft} \\ \text{Jumlah Baffle} &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$



Keterangan	in	m	ft
$D_t$ = diameter reaktor	641.80	16.30	4.97
$D_i$ = diameter pengaduk	213.93	5.43	1.66
$Z_r$ = tinggi reaktor	1490.52	37.86	11.54
$Z_l$ = tinggi cairan dalam reaktor	974.12	24.74	7.54
$Z_i$ = jarak pengaduk dari dasar	160.45	4.08	1.24
$w_b$ = lebar baffle	36.37	0.92	0.28

## D.2. Perancangan Pengadukan

### D.2.1. Menentukan Kecepatan Pengadukan

Untuk menentukan kecepatan pengadukan, digunakan persamaan 8.9, dari buku Howard F. Rase "Chemical Reactor Design" halaman 345, sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Pengaduk} = \frac{WELH}{ID} \quad WELH = S_g \cdot Z_l$$

dimana :

$WELH$  = water equivalent liquid height =  $Z_l \cdot S_g$

$ID$  = diameter dalam reaktor, in

$S_g$  = specific height

$$S_g = \frac{\rho_{\text{campuran}}}{\rho_{\text{air}}}$$

dengan  $\rho_{\text{camp}} = 1.035 \text{ Kg/L}$   
 $\rho_{\text{air}} = 0.998 \text{ Kg/L}$

$$\begin{aligned} S_g &= \frac{1.037}{0.998} \\ WELH &= 25.66 \text{ m} \\ &= 84.20 \text{ ft} \end{aligned}$$

Sehingga Jumlah Pengaduk yang dibutuhkan adalah

$$\begin{aligned} \text{Jml. Pengaduk} &= 1.57 \\ &= 1.00 \text{ buah pengaduk} \end{aligned}$$



### D.2.2. Kecepatan pengadukan

Kecepatan pengadukan di tentukan dengan persamaan

$$N = \frac{600}{\pi \cdot Di} \sqrt{\frac{WELH}{2 \cdot Di}}$$

$$\begin{aligned} 600/\pi \cdot Di &= 115.27 \\ (WELH/2Di)^{0.5} &= 5.04 \\ N &= 581.14 \text{ rpm} \\ N &= 9.69 \text{ rps} \end{aligned}$$

Merujuk pada literatur buku "Chemical Reactor Design" Howard F. Rase Hal. 366 Tab.8.9 untuk motor dengan kecepatan >500 rpm, digunakan motor dengan jenis gear (fixed speed), dengan kecepatan putaran standar

$$\begin{aligned} Ni &= 640 \text{ rpm} \\ &= 10.67 \text{ rps} \end{aligned}$$

### D.2.3. Menghitung power dari pengadukan

Viskositas larutan umpan masuk hidrolisis

Komponen	feed(Kg/Jam)	Xi	$\mu$ , cP
Sellulosa	1235.00	0.62	0.315
Protein	15.60	0.01	0.309
Air	699.40	0.35	0.316
HCl	42.90	0.02	0.313
Total	1992.90	1.00	1.253

$$\begin{aligned} 1/\mu &= 3.17 \text{ cP} \\ \mu &= 0.32 \text{ cP} \\ \mu &= 0.000212 \text{ lb mass/ft sec} \\ \rho &= 1035.20 \text{ Kg/m}^3 \\ \rho &= 1.035 \text{ g/cm}^3 = 64.63 \text{ lb/ft}^3 \\ Di &= 1.66 \text{ ft} \\ Ni &= 10.67 \text{ rps} \end{aligned}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu} = 8,919,062.19 > 4000$$

Karena nilai bilangan Reynold (Re) lebih dari 4000, maka aliran umpan adalah turbulen Dan dari gbr 477 hal. 507, menggunakan garis korelasi 1 dengan turbine with 6 flat blade buku George G. Brown "Unit Operation, diperoleh

$$\begin{aligned} Np &= \Phi = 6.25 \\ p &= \frac{\Phi \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Di^5}{gc} = 189734.5 \text{ ft (lb force)/sec} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pa &= 26231.75 \text{ kg force.m/s} \\
 &= 257.25 \text{ kW} \\
 &= 344.97 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Perlu dipertimbangkan efisiensi dari motor penggerak, agar tidak terlalu cepat rusak selama proses, sebelum tiba waktunya TAM dan untuk memperpanjang umur alat. Sehingga ditentukan efisiensi untuk motor sebesar 80%

$$\begin{aligned}
 \eta &= 80\% \text{ (fig.4.2 Ulrich, 1984)} \\
 P &= 321.5573 \text{ kW} \\
 &= 431.2084 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

#### D.2.4. Menghitung diameter poros pengaduk

diameter poros pengaduk ditentukan dengan persamaan yang dikutip dari buku "Mekanika Bahan" oleh Geve and Timoshemka pada hal.159, yaitu :

$$T = \frac{60}{2 \cdot \pi} \times \frac{P}{N}$$

dimana

- T = Momen Puntir, Nm
- P = Power Motor, watt
- N = rpm motor

$$\begin{aligned}
 P &= 431.21 \text{ HP} \\
 &= 321552.1 \text{ watt} \\
 T &= 4795.876 \text{ Nm} \\
 &= 4795876 \text{ N mm} \\
 T &= 489045.1 \text{ kg force mm}
 \end{aligned}$$

Bahan yang digunakan adalah baja tahan korosi (tabel H-3, p516, Gave and timoshemka) dengan  $\sigma_{izin} = 1000 \text{ Mpa}$   
 $10197.2 \text{ Kgforce/cm}^3$   
 $10.20 \text{ Kgforce/mm}^3$

maka diameter poros pengaduknya adalah

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_a}} = 13.38 \text{ mm} = 0.01 \text{ m}$$

#### D.2.5. Mengetahui waktu pengadukan sempurna

Menurut buku "Chemical Reactor Design" Oleh Howard F. Rase, pengadukan sempurna adalah ketika

$$\frac{Q_R}{F_v} > 10$$

dengan

- $Q_R$  kecepatan sirkulasi, M3/jam
- $F_v$  debit kecepatan umpan masuk reaktor, m3/jam

Untuk turbin dengan 6 blade dan  $w_i = 1/5 D_i$ , dan  $Re \gg 10$

$$N_{QR} = \frac{0,93 \cdot ID}{D_i}$$

$$\begin{aligned} Re &= 8,919,062.19 \\ N_{QR} &= 2.79 \\ QR &= N_{QR} \cdot N \cdot D_i^3 \\ &= 17189800 \text{m}^3/\text{Jam} \\ Fv &= 1925.14 \text{L}/\text{Jam} \\ &= 1.925 \text{m}^3/\text{Jam} \\ QR/Fv &= 8929109.25 > 10 \quad \text{*Bahan teraduk sempurna} \end{aligned}$$

### E. Menentukan Pipa umpan proses Hidrolisis

Komponen	M (Kg/Jam)	% Berat	$\mu$ (cP)	Fv(L/Jam)
Sellulosa	1235.00	0.62	0.315	1193.36
Protein	15.60	0.01	0.309	15.70
Air	699.40	0.35	0.316	673.85
HCl	42.90	0.02	0.313	42.23
Total	1992.90	1.00	1.253	1925.14

Densitas Campuran Bahan baku

$$\begin{aligned} \rho_{\text{mix}} &= \text{total massa}/\text{total Fv} \\ \rho_{\text{mix}} &= 1.035 \text{Kg}/\text{L} \\ &= 1035.197 \text{Kg}/\text{m}^3 \\ &= 64.60 \text{lb}/\text{ft}^3 \end{aligned}$$

#### E.1. Menentukan viscositas campuran

$$\begin{aligned} 1/\mu &= 3.17 / \text{cP} \\ \mu &= 0.32 \text{cP} \\ &= 0.000212 \text{lb}/\text{ft detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fv = Q &= 1925.14 \text{L}/\text{Jam} \\ &= 0.02 \text{ft}^3/\text{detik} \\ &= 1.13 \text{ft}^3/\text{menit} \\ \rho &= 64.60 \text{lb}/\text{ft}^3 \end{aligned}$$

## E.2. Menentukan Jenis Aliran

Asumsi Jenis aliran yang mengalir masuk kedalam reaktor adalah turbulen, sehingga diameter dalam pipa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan

$$D_{i_{opt}} = 3,9 \cdot Q^{0.45} \rho^{0.13} \quad (\text{Timmerhaus, 496})$$

$$\begin{aligned} D_{i_{opt}} &= 1.123 \text{ inch} \\ &= 0.029 \text{ m} \\ &= 0.094 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari tabel 11 Kern, 844 didapat pipa standart dengan spesifikasi

$$\begin{aligned} \text{NPS} &= 2.5 \text{ inch} & \text{OD} &= 2.88 \text{ inch} \\ \text{Sch N} &= 40 & A' t &= 0.045239 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan linier cairan

$$V = \frac{Q}{A' t} = 0.417 \text{ ft/detik}$$

Memeriksa aliran dengan bilangan reynold

$$\begin{aligned} NR_E &= \frac{D \cdot V \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{transport processes and unit operations, Geankoplis p.89}) \\ NR_E &= 11908.042 \end{aligned}$$

Ternyata, jenis aliran adalah Viscouse. Karena nilai  $Re < 2100$

## F. Menentukan Jaket Pendingin Reaktor

$$\text{Beban Jaket, } (Q_H) = (-\Delta H_R)A - Q_{\text{loss}}$$

$$Q_H = 79692555 \text{ BTU/jam}$$

Medium Pendingin digunakan cooled water dengan spesifikasi

$$\begin{aligned} T_{c1} &= \text{Suhu air masuk koil} &= & 25 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{c2} &= \text{Suhu air keluar koil} &= & 30 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{c, \text{ avg}} &= \text{suhu air rata-rata} &= & 1/2 (T_{c1} + T_{c2}) \\ & &= & 27.5 \text{ }^\circ\text{C} \\ & &= & 300.5 \text{ K} \end{aligned}$$

Sifat fisis air pada suhu rata-rata :

$$\begin{aligned} \text{Berat molekul} & \quad BMc = 18.015 \\ \text{Konduktifitas panas} & \quad kc = 1.152 \text{ W/m.K} \\ \text{Densitas} & \quad \rho_c = 338.618 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kapasitas panas} & \quad Cpc = 75349 \text{ J/kmol.K} \\ \text{Viskositas} & \quad \mu_c = 0.0009 \text{ Pa.dtk} \end{aligned}$$

Beda Suhu Logaritmik ( $\Delta T_{lm}$ )

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_R - T_{c1}) - (T_R - T_{c2})}{\ln \frac{(T_R - T_{c1})}{(T_R - T_{c2})}} = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{\ln \frac{(T_R - T_{c1})}{(T_R - T_{c2})}}$$
$$\Delta T_{lm} = 7.213^{\circ}\text{C}$$

#### F.1. Menghitung luas permukaan transfer panas yang diperlukan

Luas permukaan transfer panas ditentukan dengan persamaan :

$$A_j = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

dengan  $U_D = 100 \text{ Btu/jm.ft}^2.\text{}^{\circ}\text{F}$

$$A_j = 17715.655 \text{ft}^2$$

dibuat overdesign 20% dari luas perhitungan

$$A = 21259 \text{ft}^2$$
$$= 3061265 \text{inch}^2$$

#### F.2. Menghitung Luas Penampang Shell Tangki (AT)

$$AT = \mu \cdot D \cdot L$$

$$AT = 7.142 \text{m}^2$$

#### F.3. Menghitung Luas Permukaan Reaktor (Ar)

$$A_r = AT + 1/4 \cdot \mu \cdot D^2$$

$$A_r = 8.927$$

#### F.4. Perancangan Ukuran Jacket

$$D_j = D_r + 2 \cdot L = D + (2 \cdot t_s) + 2 \cdot L$$

Dimana :  $D_j$  = Diameter jacket pendingin = in

$D_r$  = Diameter luar reaktor = in

$t_s$  = tebal shell = in

$L$  = Jarak antara dinding reaktor dengan dinding jacket dipilih 2.5 in

$$D_j = 64.735 \text{inch}$$

Lebar jaket dari dinding reaktor =  $D_j - D_r$

$$= 5.375 \text{inch}$$

### G. Menghitung Flow Area (Af)

$$A_f =$$

$$= \begin{array}{l} 22.816 \text{ inch}^2 \\ 0.0147 \text{ m}^2 \end{array}$$

### H. Menghitung Tebal Dinding Shell Jacket (tj)

$$t_j =$$

$$t_j = \begin{array}{l} 0.1903 \text{ inch} \\ \text{Dipilih tebal reaktor} = 0.2 \text{ inch} \end{array}$$

### I. Menghitung Tinggi Shell Jacket (Lj)

$$A =$$

$$L_j =$$

$$L_j = \begin{array}{l} 122.320 \text{ inch} \\ 3.107 \text{ m} \end{array}$$

### J. Penjadwalan Reaktor Hidrolisis

Jam Ke	Reaktor Ke			
	1	2	3	4
1	ISI	KOSONG	PROSES	PROSES
2	PROSES	ISI	KOSONG	PROSES
3	PROSES	PROSES	ISI	KOSONG
4	<b>KOSONG</b>	PROSES	PROSES	<b>ISI</b>
5	ISI	KOSONG	PROSES	PROSES
6	PROSES	ISI	KOSONG	PROSES
7	PROSES	PROSES	ISI	KOSONG
8	<b>KOSONG</b>	PROSES	PROSES	<b>ISI</b>
9	ISI	KOSONG	PROSES	PROSES
10	PROSES	ISI	KOSONG	PROSES
11	PROSES	PROSES	ISI	KOSONG
12	<b>KOSONG</b>	PROSES	PROSES	<b>ISI</b>
13	ISI	KOSONG	PROSES	PROSES
14	PROSES	ISI	KOSONG	PROSES
15	PROSES	PROSES	ISI	KOSONG
16	<b>KOSONG</b>	PROSES	PROSES	<b>ISI</b>
17	ISI	KOSONG	PROSES	PROSES
18	PROSES	ISI	KOSONG	PROSES
19	PROSES	PROSES	ISI	KOSONG
20	<b>KOSONG</b>	PROSES	PROSES	<b>ISI</b>
21	ISI	KOSONG	PROSES	PROSES
22	PROSES	ISI	KOSONG	PROSES
23	PROSES	PROSES	ISI	KOSONG
24	<b>KOSONG</b>	PROSES	PROSES	<b>ISI</b>