PERHITUNGAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan senyawa H_2SO_4 (Asam Sulfat) konsentrasi 30% sebanyak 15.895 ,638 kg/jam dan *pickling liquor* sebanyak 1.589,564 kg/jam

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah : 1 unit

Bahan : *Stainless Stell* SA 28 *Grade* C

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 85 ˚C

Konversi : 93%

1. Neraca Massa

Reaksi di Reaktor adalah sebagai berikut :

$$FeCl_2(s) + H_2SO_4(l) \longrightarrow FeSO_4(l) + 2HCl \qquad (A.1)$$

Tabel Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk	Keluar
	(kg/jam)	(kg/jam)
$FeCl_2$	535,826	44,508
H_2SO_4	4.768,691	4.312,399
$FeSO_4$	-	707,719
H_2O	12.048,894	12.048,894
HCl	31,791	371,683
Total	17.485,202	17.485,202

2. Menentukan Harga Konstanta Kecepatan Reaksi

Fao = 5,006 kmol/jam

Fbo = 48,660 kmol/jam

x = 0,93

t = 4 jam

Fv = 38,4346 m^3/jam

Cao = 0,131 kmol/m^3

Cbo = 1,266 kmol/m^3

untuk menghitung volume satu RATB dapat menggunakan rumus:

$$v = \tau \cdot Fv$$

dimana:

τ = 4 jam

Fv = 38,4346 m^3/jam

Sehingga didapatkan:

v = 153,738 m^3

v *overdesign* = 184,486 m^3

3. Dimensi Reaktor

a. Menentukan diameter reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum H:D < 2, maka perancangan ini memilih D : H = 1:1 (*Brownell & Young*, P.43)

V reaktor = 6.515,131 ft^3

Volume Reaktor = $\frac{1}{4}\pi D^2 . 1,5D + \{2.(0,000049.D^3)\}$

= $\frac{1}{4}\pi D^2 . 1,5D + \{(0,000098.D^3)\}$

6.515,131 = $D^3.\{\frac{1,5}{4}\pi + (0,000098.)\}$

6.515,131 = $D^3.\{\frac{1,5}{4}.3,14 + (0,000098.)\}$

6.515,131 = $D^3 x$ .1,1776

D^3 = 5.532,559

D = $\sqrt{5.532,559}$

D = 17,686 ft = 212,238 in = 5,391 m

Maka nilai H :

H = 1,5*D

= 26,530 ft = 318,357 in = 8,086 m

b. Menentukan Tekanan Desain

Tekanan Operasi (P_{ops})	= 1 atm	= 14,696 psi
Densitas campuran	= 487,417 kg/m^3	= 30,428 lb/ft^3
Tinggi cairan	= 8,036 m	= 26,364 ft

Tekanan Hidrostatis $= \frac{\rho.g.h}{gc}$

= 5,571 psi

Maka,

Tekanan absolut	= tekanan operasi + tekanan hidrostatis
Tekanan absolut	= (14,696 + 5,571) psi
Tekanan absolut	= 20,261 psi
Tekanan design	= *overdesign* 20 % x Tekanan absolut
Tekanan design	= 1,2 x 19,798 psi
Tekanan design	= 24,313 psi

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal *shell* (ts) = 0,380 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal *shell*, dipilih ts standart = 7/16

c. Menghitung ukuran head

Menentukan tebal head digunakan persamaan:

$$t_h = \frac{P.\ r.\ w}{(2fE - 0{,}2P)} + C$$ (*Brownell & Young, pg 138)*

Dimana : t_h : Tebal head, in

w : faktor intensifikasi tegangan untuk jenis head

f : allowable stress = 21755,661 psi

E : joint efisiensi = 0,80

C : corrosion allowance = 0,125 in

$$P = P_{design} - P_{lingkungan}$$

P = 24,313 psi - 14,696 psi

P = 9,671 psi

$$OD = IDShell + 2ts$$

OD = 212,238 in +(2 x 0,437 in)

OD = 213,112 in

Dari Tabel 5.7 Brownell di dapat :

OD	216	in
Icr	13,750	in
r	180	in

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}}\right)$$

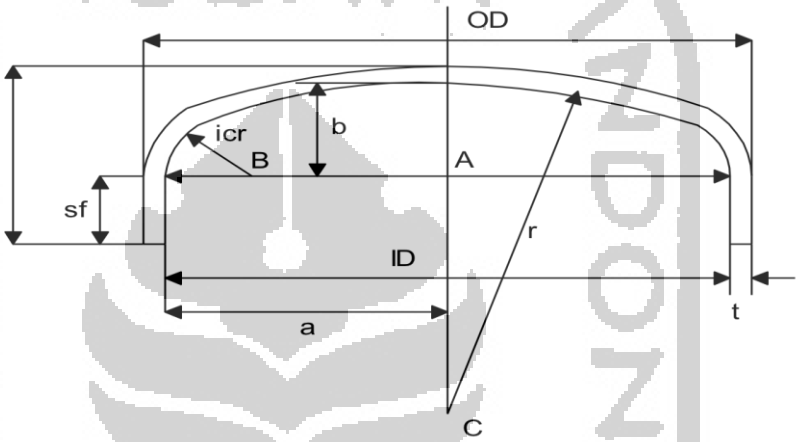
w = 1,654 in

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal head (th) = 0,4232 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal head ,dipilih:

Th standart = 0,4375 in

Gambar 5.8 Brownell hal: 87



Dengan th sebesar 0,438 in maka nilai sf adalah 1 1/2 – 3, sehingga dipilih nilai sf sebesar 2 in

$$ID = OD - 2th$$

ID = 216in – (2 x 0,438 in)

ID = 215,125 in

$$a = \frac{ID}{2}$$

a = 215,125 in /2

a = 107,562 in

AB = a - icr

AB = 106,562 in – 13,750 in

AB = 93,812 in

$BC = r - icr$

$BC = 180\ in - 13{,}750\ in$

$BC = 166{,}250\ in$

$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$

$AC = \sqrt{(166{,}250\ in)^2 - (93{,}812\ in)^2}$

$AC = 137{,}253\ in$

$b = r - AC$

$b = 180\ in - 137{,}253\ in$

$b = 42{,}747\ in$

$H_{head} = th + b + sf$

$OA = 0{,}438\ in + 42{,}747\ in + 2in$

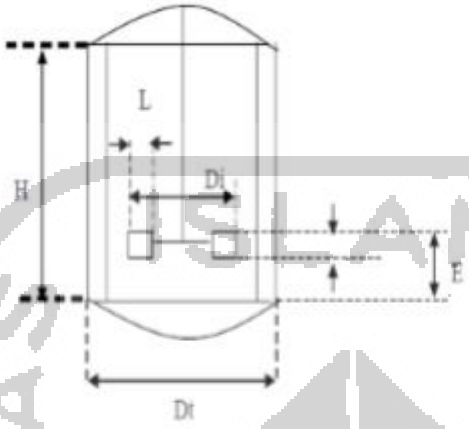
$OA = 42{,}185\ in = 1{,}148\ m$

$h_{reaktor} = 2h_{head} + h_{shell}$

$h_{Reaktor} = (2 \times 8{,}086\ m) + 7{,}419\ m$

$h_{Reaktor} = 9{,}573\ m$

Menghitung Ukuran Pengaduk



Keterangan

ID	:	diameter dalam pengaduk
Di	:	diameter pengaduk
L	:	panjang sudut pengaduk
W	:	lebar sudut pengaduk
E	:	jarak pengaduk dengan dasar tangki
J	:	lebar *baffle*
H	:	tinggi cairan

Data pengaduk dari Brown "Unit Operation" p.507

Diameter pengaduk (Di) = ID/3 = 1,821 m

Tinggi pengaduk (W) = Di/5 = 0,364 m

Lebar pengaduk (L) = Di/4 = 0,455 m

Lebar baffle (B) = ID/12 = 0,455 m

Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E) = Di(0.75-1.3); dipilih 2 = 1,821 m

Tinggi Cairan (ZL) = 8,036 m

Menghitung kecepatan putar pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi Di}\sqrt{\frac{WELH}{2Di}}, WELH = Z_L x Sg$$

Dimana: N = kecepatan putar pengaduk, rpm

d = diameter pengaduk, ft

Z_L = tinggi cairan dalam tangki, m

Sg = *specific gravity*

WELH = *Water Equivalent Liquid Height*, ft

Sg (Specific Gravity) = ρcairan/ρair

Sg (Specific Gravity) = 0,4549 kg/m^3

WELH = 8,036 m x 0,4549 kg/m^3

WELH = 3,656 m = 11,994 ft

Jumlah pengaduk = WELH/ID = 0,204 m = 1, maka dipakai 1 buah pengaduk

Maka didapat kecepatan putar pengaduk sebesar:

N = 8,807 rpm = 0,147 rps

Neraca Panas Reaktor

Keterangan	Q_{input} (kJ/jam)	Q_{output} (kJ/jam)
Input	156257,3781	-
output	-	14886,0794
Reaksi	457027,2998	-
Pendingin	-	598398,5985
Total	613284,6779	613284,6779

a. Menghitung panas steam

$Hv_{148^{\circ}C}$ = 1179,23

$Hl_{148^{\circ}C}$ = 267,94 (diperoleh dari kern, tabel 7)

$Q_{steam} = Q_{reaksi} + Q_{input} - Q_{output}$

Q_{steam} = 457027,2998 kJ/jam + 156257,3781 kJ/jam - 14886,0794 kJ/jam

Q_{steam} = 598398,598 kJ/jam

$\lambda s = Hv_{148^{\circ}C} - Hl_{148^{\circ}C}$

λs = 1179,23 - 267,94

λs = 911,29 kJ/kg

$m = Q/\lambda s$

m = 598398,598 kJ/jam / 911,29 kJ/kg

m = 656,650 kg/jam

b. Menentukan rancangan jaket pada reaktor

Suhu masuk steam = 148˚C

Suhu keluar steam = 148˚C

Massa stam yang digunakan = 656,650 kg/jam

Volume tutup bawah (Vh) = 0,003 m^3

Diameter luar tangi = diameter dalam jaker

Do = Dij =Di + (2 . tshell)

Do : diameter luar tangki

Dij : diameter dalam jaket

Di : diameter dalam tangki = 155,375 in

Tshell : tebal tangki = 0,312 in

Do : Dij = 156 in = 13 ft = 3,962 m

Luas permukaan jaket, $Aj = \pi .Dij .HL$

$Aj = 3,14 \times 13\ ft \times 19,422\ ft$

$Aj = 792,801\ ft^2$

Luas permukaan tutup bagian bawah, $Ah = \pi r^2$

$Ah = 3,14 \times ((13ft / 2)^2$

$Ah = 132,665\ ft^2$

Luas permukaan dinding jaket, $Ajw = Aj + Ah$

$Ajw = 792,801\ ft^2 + 132,665\ ft^2$

$Ajw = 925,466\ ft^2$

Tinggi jaket, $Hj = Hs + He$

$Hj = 19,422\ ft + 2,528\ ft$

$Hj = 21,949\ ft = 6,690\ m$

Lebar jaket $Doj = Dij + 2\ tj$

Doj : Diameter luar jaket

Dij : Diameter dalam jaket = 13 ft

Tj : tebal jaket = 0,083 ft

$Doj = 13\ ft + (2 \times 0,083\ ft)$

$Doj = 13,167\ ft$

Diameter equivalen jaket, $Dej = \frac{(D_{oj}{}^2 D_{ij}{}^2)}{D_{ij}}$

$Dej = \frac{(13,167^2 x\ 13^2)}{13}$

Dej = 0,335 ft

Laju aliran air panas, $A = \frac{\pi(D_{oj}{}^2 D_{ij}{}^2)}{4}$

$A = 3{,}423\ ft^2$

Laju alir air panas perluasan luas, $Gj = \frac{m}{A}$

$Gj = \frac{1447{,}664\ lbm/jam}{3{,}423\ ft2}$

$Gj = 422{,}864\ lbm/jam.ft^2$