

# ANALISIS LAJU ALIRAN PANAS PADA REAKTOR TANKI ALIR BERPENGADUK DENGAN *HALF - COIL PIPE*

Ir.Bambang Setiawan,MT<sup>1</sup>. Chandra Abdi<sup>2</sup>

Lecture<sup>1</sup>,College student<sup>2</sup>,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : Bambangsetiawan1000@gmail.com

## ABSTRAK

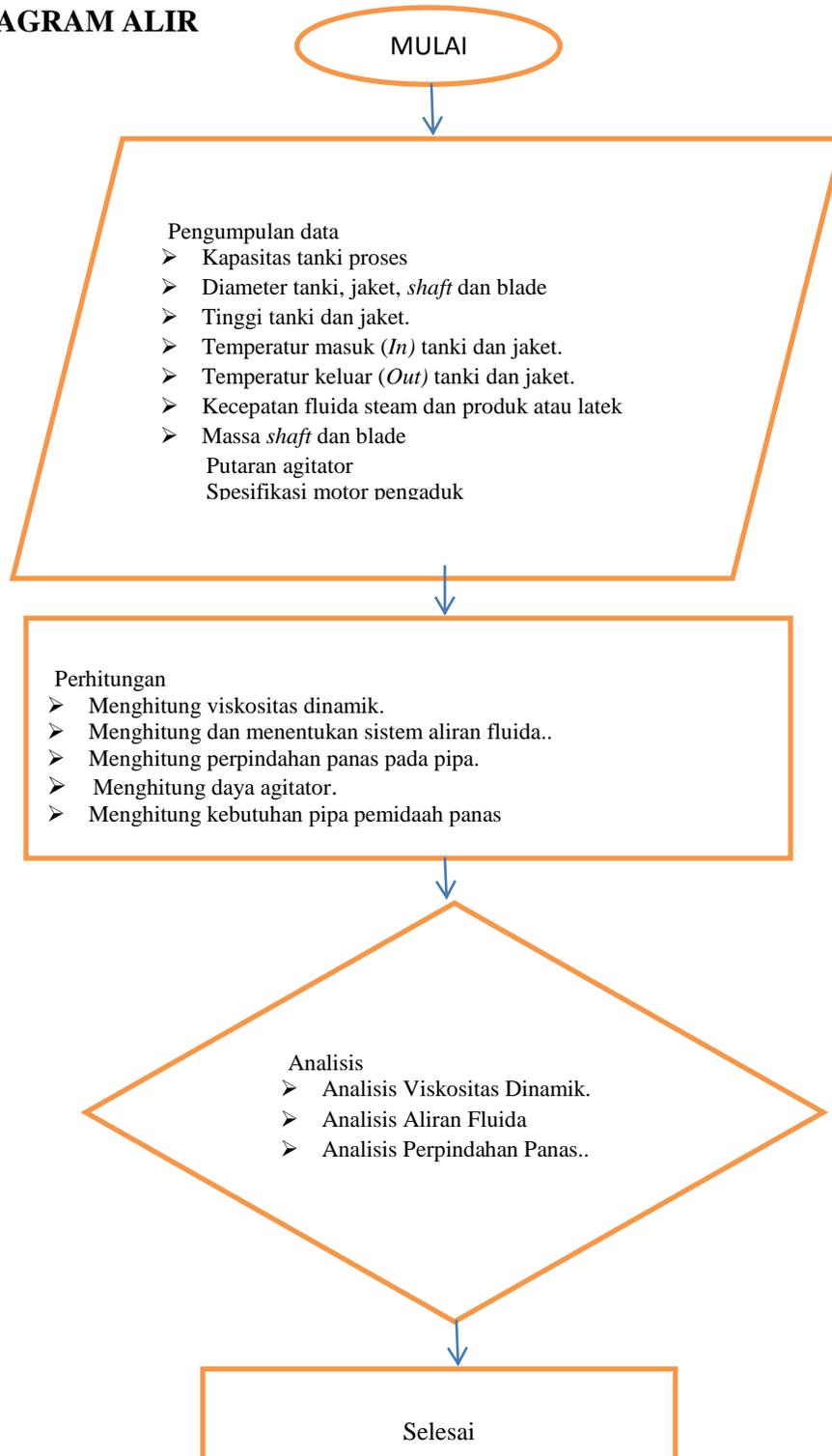
*Untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dalam jumlah besar dan continue (mass production), perusahaan melakukan pengendalian kualitas dengan langkah awal berupa pengidentifikasian kecacatan produk dan lamanya waktu proses agar dapat mengurangi siklus waktu proses produksi seminimal mungkin. Oleh karena itu, penulis melakukan analisis laju aliran panas, jenis aliran fluida, pipa perambatan panas, daya pengaduk untuk mengetahui seberapa besar pengaruh faktor tersebut dalam proses pencairan material lateks. Metode dari pengujian ini meliputi : pengumpulan data di lapangan, melakukan perhitungan dari data yang terkumpul, dan menarik kesimpulan. Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa waktu proses dan pencampuran bahan lateks di dalam tanki dipengaruhi oleh viskositas dinamik lateks, laju perpindahan panas steam pada half-pipe coil dan daya agitator atau pengaduk.*

*Kata kunci : bahan lateks, laju aliran panas, jenis aliran fluida, pipa perambatan panas, daya pengaduk*

## 1.PENDAHULUAN

PT. X sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri kimia dengan salah satu produk yang dihasilkan adalah lem super (*super glue*) yang berorientasi pada pasar lokal maupun *export* . Lem memiliki fungsi yang sangat penting baik dari level rumah tangga sampai level industri. Permasalahan PT. X adalah untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dalam jumlah besar dan continue (*mass production*), perusahaan melakukan pengendalian kualitas dengan langkah awal berupa pengidentifikasian kecacatan produk agar dapat mengurangi siklus waktu proses produksi seminimal mungkin. Pada kenyataannya, di dalam proses produksi lem masih terjadi angka siklus waktu yang cukup tinggi dalam satu bulan produksi. Dimana angka tersebut dapat terjadi akibat hasil *mixing* material lem yang membutuhkan waktu lama, kemungkinan panas yang tidak sesuai dengan titik leleh material lem dan pemilihan desain pemindah panas yang salah. Semua itu biasanya kurang mendapat perhatian serta pengendalian, sehingga menaikkan angka waktu siklus produk dan tentu saja merugikan perusahaan. Oleh karena permasalahan diatas maka Dari analisis tersebut diharapkan dapat memperbaiki kualitas produk dan waktu proses mesin yang lebih cepat sehingga dapat menghasilkan produk yang sesuai dan memberikan keuntungan yang lebih besar bagi perusahaan.

## 2. DIAGRAM ALIR



### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan menghitung Aliran proses dari tanki proses *half coil* adalah *steam* dari *boiler* masuk melalui pipa *inlet* (nomor 1). Selanjutnya material *lateks* dimasukkan melalui bagian penutup tanki (nomor 2). Setelah beberapa menit, panas merata diseluruh jaket melauai pipa *half coil* yang mengelilingi tanki (nomor 3). Motor listrik (nomor 4) dihidupkan untuk 37 menggerakkan pengaduk (nomor 4) untuk membuat adonan *lateks* tercampur. *Steam* terpakai keluar melalui outlet dibagian bawah tanki (nomor 5). Hasil adukan material keluar melalu ball valve pada bagian bawah tanki proses (nomor 6).

### DATA HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Perhitungan dan Penentuan Fluida pada Vessel

##### 4.1.1 Bilangan *Reynolds*

Bilangan *reynolds* (  $Re$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan (2.17), persamaannya adalah :

$\rho$  : Massa Jenis Fluida di dapat pada lampiran 1 sifat air pada temperatur

100°C sampai 200°C dalah 958,4 kg/m<sup>3</sup>

$V$  : Kecepatan Fluida ( kecepatan steam ) : 30 m/s

$D$  : diameter jaket : 3180 mm : 3,18 m

$\mu$  : Viskositas dinamik fluida ( Viskositas dinamik steam ) :  $2,84 \times 10^{-5}$  kg/m.s

Maka :

Dari hasil perhitungan yang diperoleh dari data – data yang ada, nilai viskositas dinamik pada steam adalah  $2,84 \times 10^{-5}$  kg/ms. Maka untuk menentukan aliran fluida pada jaket dengan menggunakan bilangan *Reynolds*. Dari perhitungan bilangan *reynolds* didapat nilai 3219414084,5, dengan hasil perhitungan tersebut lebih dari 4000 maka aliran yang terdapat pada jaket adalah aliran turbulen karena aliran 39 .steam yang alirannya turbulen sesuai dengan fluidanya jadi pencampuran dua fluida mengalami keseragaman dan akan didapat produk yang diinginkan.

#### 4.2 Menghitung dan Menentukan Aliran Fluida pada Tangki

##### 4.2.1 Viskositas Dinamik pada Produk ( *Lateks* )

Viskositas dinamik pada produk atau latek (  $\mu$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.28 ), persamaannya adalah :

$\rho$  : Massa Jenis Fluida di dapat pada tabel 2.1 sifat – sifat cairan jenuh pada temperatur 140°C adalah 928,27 kg/m<sup>3</sup>

$\nu$  : Viskositas Kinematik di dapat pada tabel 2.1 sifat – sifat cairan jenuh pada temperatur 140°C adalah  $0,214 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s

Maka :

Dari perhitungan yang didapat, viskositas dinamik pada produk atau latek di dapat  $1,98 \times 10^{-4}$  kg/m.s, viskositas dinamik pada produk atau lateks didapatkan mendekati kapasitas fluidanya.

#### 4.2.2 Bilangan Reynolds

Bilangan *reynolds* (  $Re$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan (2.17), persamaannya adalah :

$\rho$  : Massa Jenis Fluida di pada tabel 2.1 sifat – sifat cairan jenuh pada temperatur 140<sup>o</sup> C adalah 928,27 kg/m<sup>3</sup>

$V$  : Kecepatan Fluida ( Kecepatan Produk ) : 26 m/s

$D$  : Diameter Tangki : 1650 mm : 1,65 m

$\mu$  : Viskositas dinamik Produk atau Latek :  $1,98 \times 10^{-4}$  kg/m.s

Maka :

Dari hasil perhitungan didapat nilai viskositas dinamik pada produk atau lateks  $1,98 \times 10^{-4}$  kg/m.s . Nilai viskositas dinamik tersebut merupakan hasil kekentalan produk atau latek, dengan hasil  $1,98 \times 10^{-4}$  kg/m.s maka untuk menentukan aliran fluida pada tangki digunakan bilangan reynolds. Dari perhitungan bilangan reynolds didapat nilai 197.099.500 dengan hasil perhitungan tersebut lebih dari 4000 jadi aliran yang terdapat pada tangki adalah aliran turbulen.

#### 4.3 Perpindahan Panas Konduksi pada Tangki

Perpindahan panas konduksi pada tangki (  $q$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.14 ), persamaannya adalah :

$T_1$  : Temperatur Masuk : 152<sup>o</sup> C

$T_2$  : Temperatur Keluar : 140<sup>o</sup> C

$\Delta T$  : Suhu rata – rata :

$k$  : Nilai konduktivitas termal di dapat di lampiran 2 nilai sifat- sifat logam pada stainless steel SUS di temperatur 200<sup>o</sup> C adalah 19 W/m <sup>o</sup>C

$D$  : Diamater tangki : 1650 mm : 1,65 m

$L$  : Tinggi Tangki : 2243,7 mm : 2,2437 m : Gradien Temperatur :

Maka :

Perpindahan panas konduksi pada tangki setelah di hitung dengan data- data tersebut mendapatkan hasil 549,235 kw. Dengan hasil perhitungan tersebut perpindahan panas dengan konduksi yang banyak di serap oleh fluidanya melalui pemanasan steam yang alirannya turbulen sesuai dengan fluidanya dan dapat pencampuran dua fluida didalam tangki sempurna ( tidak terjadi gumpalan/ keras).

#### 4.4 Perpindahan Panas Konveksi pada Tangki

Perpindahan panas konveksi pada tangki (  $q$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.8 ), persamaannya adalah :

$h$  : nilai koefisiensi perpindahan panas konveksi di dapat di lampiran 3 nilai perkiraan koefisien perpindahan panas konveksi pada air mendidih dalam kolam atau benjana adalah 15000 w/m<sup>2</sup> <sup>o</sup>C 42

$D$  : Diamater tangki : 1650 mm : 1,65 m

$L$  : Tinggi tangki : 2243,7 mm : 2,2437 m

$T_{out}$  : Temperatur *Out* : 140<sup>o</sup> C

$T_{in}$  : Temperatur *In* : 152<sup>o</sup> C

Maka :

Hasil yang di peroleh setelah dihitung perpindahan panas konveksi pada tangki dengan hasil 2858,22 kW dikarenakan temperatur yang diserap oleh material stainless steel SUS 316

dengan ketebalan 8 mm sesuai dengan fluidanya secara merata jadi fluida ( produk ) mengalami pencampuran yang sempurna.

#### 4.5 Perpindahan Panas Konduksi pada Jacket

Perpindahan panas konduksi pada jacket (  $q$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.5 ), persamaannya adalah :

$T_1$  : Temperatur Masuk ( *In* ): 165<sup>o</sup> C

$T_2$  : Temperatur Keluar ( *Out* ): 148<sup>o</sup> C

$\Delta T$  : Suhu rata – rata :

$k$  : Nilai Konduktivitas termal di dapat di di lampiran 2 nilai sifat- sifat logam pada Stainless steel SUS di temperatur 200<sup>o</sup> C adalah 19 W/m <sup>o</sup>C

$D$  : Diamater Jacket : 1726,2 mm : 1,726 m

$L$  : Tinggi Jacket : 1513,7 mm : 1,5137 m , : Gradien Temperatur :

Maka :

Perpindahan panas konduksi pada jacket setelah di hitung dengan data- data tersebut mendapatkan hasil 520,064 kW. Dengan hasil perhitungan tersebut didapat perpindahan panas yang di butuhkan oleh fluida ( produk ) sesuai dan didapat produk yang diinginkan.

#### 4.6 Perpindahan Panas Konveksi pada Jacket

Perpindahan panas konveksi pada tangki (  $q$  ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.8 ), persamaannya adalah :

$h$  : nilai koefisiensi perpindahan panas konveksi di dapat di lampiran 3 nilai kira – kira koefisiensi perpindahan panas konveksi pada air mendidih dalam kolam atau benjana adalah 15000W /m<sup>2</sup>oC

$D$  : Diamater Jacket : 1726,2 mm : 1,726 m

$L$  : Tinggi Jacket : 1513,7 mm : 1,5137 m

$T_{out}$  : Temperatur *Out* : 165<sup>o</sup> C

$T_{in}$  : Temperatur *In* : 148<sup>o</sup> C

Maka :

Hasil yang di peroleh setelah dihitung perpindahan panas konveksi pada jacket dengan hasil 3284,23 kW dikarenakan temperatur yang diserap oleh material stainless steel SUS 316 dengan ketebalan 8 mm tersebut mengalir ke fluida secara merata.

#### 4.7 Jumlah Pipa Half-Pipe Coil

Jumlah pipa pada jacket tanki dapat diketahui dengan :

$Q$  = perpindahan panas pada jacket (kcal/jam)

$A$  = luas pemanasan jacket (m<sup>2</sup>)

$k$  = koefisien perpindahan panas (kcal/m<sup>2</sup> jam <sup>o</sup>C)

$t$  = temperatur uap masuk jacket = 148<sup>o</sup>C

Dari persamaaan di atas maka diperoleh:

$Q = 3284,23 \text{ kW} = 282.392.950 \text{ kcal/jam}$

$k = 15000 \text{ W/m}^2\text{K} = 12897,68 \text{ kcal/m}^2\text{jam}^{\circ}\text{C}$

$t = 148^{\circ}\text{C}$

Maka

Luas permukaan pipa : Jumlah pipa *half-coil*

## 4.7 Kekuatan Agitator

### 4.7.1 Mixing Power

#### 4.7.1.1 Reynolds Number

*Reynolds number* ( $N_{Re}$ ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.1 ), persamaannya adalah :

Dimana :

Putaran agitator ( $n$ ) = 34 Rpm

Diameter Blade ( $D$ ) = 600 mm = 0,6 m

Massa Jenis ( $\rho$ ) = Massa Jenis Fluida di pada tabel 2.1 sifat – sifat cairan jenuh pada

temperatur 140o C adalah 928,27 kg/m<sup>3</sup>

Viskositas Dinamik Produk ( $\mu$ ) = 1,98 x 10<sup>-4</sup> kg/m.s

Maka :

#### 4.7.1.2 Power

Power ( $N_{Re}$ ) dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.2 ), persamaannya adalah :

Power Number ( $P_o$ ) = Power number dilihat di lampiran 4 pada grafik 1

*Reynolds Number Vs Power Number* adalah 0,35

Massa Jenis ( $P$ ) = Massa Jenis Fluida di dapat pada tabel 2.1 Sifat-sifat cairan jenuh pada temperatur 140o C adalah

928,27 kg/m<sup>3</sup>

Gravitasi konstant ( $g$ ) = 9,80 m/s<sup>2</sup>

Diameter Blade ( $D$ ) = 600 mm = 0,6 m

Putaran agitator ( $n$ ) = 34 Rpm = 0.566666667 Rps

Maka :

Dari perhitungan *reynolds number* dan power mendapatkan hasil 0,45 kw. Dari hasil perhitungan tersebut termaksud daya yang digunakan untuk terjadinya reaksi kimia dari bahan mentah menjadi produk yang diinginkan.

### 4.7.2 Mixer Power

*Mixer power* dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan ( 2.26 ), persamaannya adalah

Massa *Shaft* ( $M$ ) = 487,89 kg

Massa *Blade* ( $M$ ) = 63 kg

Diameter *Shaft* ( $d$ ) = 3 inch = 0,0762 m

Diameter *Bushing* ( $d$ ) = 200 mm = 0,2 m

Diameter *Blade* ( $d$ ) = 600 mm = 0,6 m

Putaran ( $n$ ) = 34 Rpm

Maka :

1. *Shaft*
2. *Blade 1*
3. *Blade 2*
4. *Blade 3*
5. *Blade 4*

### 4.7.3 Total Power

Power *Mixing* (  $P_{Mixing Power}$  ) = 0,45 kW

Power *Mixer* (  $P_{Mixing}$  ) = 3,3316 kW

Maka :

Dari perhitungan *mixer power* mendapatkan hasil 3,786 kW, perhitungan tersebut di dapat dari data – data yang sudah ada pada tangki proses dengan *half-coil pipe*, dari hasil perhitungan tersebut daya yang bekerja untuk pencampuran adalah 3,7816. Maka spesifikasi yang dapat digunakan untuk menggerakkan agitator adalah motor type 1GF5 dengan output 2,45 kW – 16,2 kW 380 volt : AC – 50 Hz karena daya motor yang didapatkan mendekati kapasitas tangki proses.

## 5.1.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan mengenai analisis reaktor alir tangki berpengaduk dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Viskositas dinamik fluida atau kekentalan fluida pada latek atau produk adalah  $1,98 \times 10^4$  kg/m.s, sedangkan viskositas dinamik fluida atau kekentalan fluida pada steam adalah  $2,84 \times 10^{-5}$  kg/m.s..
2. Aliran fluida pada reaktor alir tangki berpengaduk adalah aliran turbulen.
3. Laju perpindahan panas yang terjadi pada tangki dan jaket adalah konduksi dan konveksi dimana nilai masing-masing laju perpindahan panasnya adalah sebagai berikut:
  - a. Perpindahan panas konduksi pada tangki = 549,235 kW
  - b. Perpindahan panas konveksi pada tangki = 2858,22 kW
  - c. Perpindahan panas konduksi pada jaket = 520,064 kW
  - d. Perpindahan panas konveksi pada jaket = 3284,23 kW
4. Kebutuhan pipa perambatan panas untuk mendapatkan material yang bercampur sempurna adalah 48 buah pipa *half-coil*.

## 5.2. SARAN

1. Reaktor alir tangki berpengaduk lebih efisien apabila menggunakan pipa *half-coil*
2. Desain jaket yang digunakan akan lebih efisien apabila menggunakan sistem spiral keatas dan berada diluar tangki berpengaduk untuk mendapatkan panas yang lebih cepat dan merata

## DAFTAR REFERENSI

1. <http://diairfan-mydiari.blogspot.com/2010/11/reaktor-kimia.html>
2. <http://lontar.ui.ac.id/file/123754-12220851/2008.pdf>
3. <http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/steam-engineering-principles-and-heat-transfer/heat-transfer.asp>
4. <http://syarifta.blogspot.com/2012/09/agitator-pengaturan-pengaduk-biasa.html>
5. Munson, Bruce R, Young, Donald F, Okiishi, Theodore H. 2006 Mekanika Fluida, Edisi Keempat, Jakarta, Erlangga.
6. Pauliza, Osa.,2008, Fisika Untuk SMK Kelompok Teknologi dan Kesehatan XI, Bandung.
7. Siemens., 2008, DC Motor, Catalog DA12.
8. Wahyudi, Bagus., 2007, Mekanika Fluida, Bandung: PEDC

