BAB IX
TUGAS KHUSUS

IX.1 Uraian Tugas Khusus

IX.1.1 Perancangan Desain *Mixer* (Speed Kneader)

Pada departemen FP-2 Sajiku terdapat beberapa produk yaitu Sajiku Tepung Bumbu (STB), Menu Spesific Seasoning (MSS), dan Industri & horeka. Pada produksi Menu Spesific Seasoning (MSS) menggunakan *Mixer* berjenis speed kneader untuk melakukan pencampuran bumbu-bumbu. Berikut step perancangan desain *mixer* (speed kneader) :

1. **Menghitung volume**

   Massa masuk = 200 kg

   Densitas bahan = 0,4978 g/cm^3

   = 497,8879 kg/m^3

   Volume $mixer$ $= \frac{massa\ masuk}{densitan\ bahan}$

   Volume $mixer$ $= \frac{200\ kg}{497{,}8879\ \text{kg/m3}}$

   Volume $mixer$ $= 0{,}40169\ m^3$

   Dengan faktor keamanan *mixer* dirancang dengan ukuran 20% lebih besar, didapatkan volume *mixer* aktual yaitu :

   Volume $mixer\ aktual = \frac{100+20}{100}\ .\ 0{,}40169\ m^3$

   Volume $mixer\ aktual = 0{,}48203\ m^3$

   $= \ 17{,}0228\ ft^3$

2. **Menghitung Diameter**

   - **Volume *shell***

     $Vshell = \frac{\pi . D^2 . H}{4}$

     (Pers. 3.1 Brownel and young, 1959:41)

   - **Volume *head***

     $Vhead = 2\ (0{,}000049 D^3)$

     (Pers. 5.11 Brownel and young, 1959:88)

- **Volume *mixer***

  $$\text{Volume } mixer \quad = \text{V}shell + \text{V}head$$

  $$\text{Volume } mixer \quad = \frac{\pi . \text{D}^2 . \text{H}}{4} + 2\ (0{,}000049\text{D}^3)$$

  Asumsikan H/D = 1, sehingga dapat ditentukan persamaan diameter *mixer*

  $$\text{Volume } mixer = 0{,}785 . \frac{\text{H}}{\text{D}} . \text{D}^3 + 0{,}000098\text{D}^3$$

  $$\text{D} = \left(\frac{\left(0{,}785 \frac{\text{H}}{\text{D}} + 0{,}000098\right)}{\text{V}mixer} \right)^{\frac{1}{3}}$$

- **Luas *mixer***

  $$\text{Luas } mixer \quad = \text{A}shell + \text{Atutup}$$

  (Pers. 3.1 Brownel and young, 1959:41)

  $$\text{Luas } mixer\ (A) \ = \left(\frac{\pi . \text{D}^2}{4} + \pi . \text{D} . \text{H} \right) + 0{,}842\text{D}^2$$

Berdasarkan tabel 4-27 ulrich 1984, dimana rasio perbandingan tinggi dan diameter tangki adalah

$$\frac{\text{H}}{\text{D}} < 2$$

Rasio H/D yang diambil adalah rasio yang memberikan luas tangki yang paling kecil. Berikut Hasil trial rasio H/D terhadap luas tangki.

Tabel IX.3 Hasil Trial H/D terhadap Luas Tangki

Trial	H/D	D, ft	H, ft	A, ft^2	V*shell*, ft^3	V*head*, ft^3	Vtotal, ft^3
1	0,5	3,5131375	1,756569	39,45781	17,01865	0,004249	17,0229
2	0,6	3,3060348	1,983621	38,37476	17,019359	0,003541	17,0229
3	0,7	3,1404807	2,198337	37,72452	17,019864	0,003035	17,0229
4	0,8	3,0037841	2,403027	37,34503	17,020244	0,002656	17,0229
5	0,9	2,8881542	2,599339	37,14441	17,020539	0,002361	17,0229
6	1	2,7884951	2,788495	37,06679	17,020775	0,002125	17,0229
7	1,1	2,7013072	2,971438	37,07636	17,020968	0,001932	17,0229
8	1,2	2,6240926	3,148911	37,14922	17,021129	0,001771	17,0229
9	1,3	2,555012	3,321516	37,26884	17,021265	0,001635	17,0229
10	1,4	2,4926753	3,489745	37,42349	17,021382	0,001518	17,0229

Terlihat pada Tabel bahwa rasio H/D yang memberikan luas tangki yang paling kecil yaitu H/D = 1, maka diperoleh

Diameter *Mixer* (Di) = 2,7884 ft = 33,4619 in ≈ 33,5 in
Tinggi *Mixer* (H) = 2,7884 ft = 33,4619 in ≈ 33,5 in
Volume *shell* = 17,0277 ft^3
Volume tutup = 0,002124887 ft^3
Volume *mixer* = 17,0228 ft^3
Luas alas *mixer* (A) = 37,0667 ft^2 = 3,4435 m^2

3. Perhitungan Tekanan desain

- Tekanan pada bahan baku

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m.g}{A}$$

$$P = \frac{200\ kg\ .10\ m/s^2}{3{,}4435\ m^2}$$

$$P = 385{,}528864\ N/m^2$$

$$= 0{,}84233\ psi$$

Diketahui bahwa P operasi = 14,7 psi

$$P\ desain = P\ operasi + P\ bahan\ baku$$

$$= 14{,}7 \text{ psi} + 0{,}84233 \text{ psi}$$

$$= 14{,}7842 \text{ psi}$$

Menurut Couloson (1997) Tekanan desain dibuat 5-10% diatas tekanan desain normal dengan alasan keamanan, oleh karena itu dibuat 10 % diatasnya sehingga

$$\text{P desain aktual} = \frac{110}{100} \text{ . P desain}$$

$$\text{P desain aktual} = \frac{110}{100} \text{ . } 14{,}7842 \text{ psi}$$

$$\text{P desain aktual} = 16{,}2626 \text{ psi}$$

4. Perhitungan Tebal *Shell*

$$ts = \frac{Pdesign.D}{2(f.E - 0{,}6\ .P)} + C$$

(Pers. 13.1 Brownel and young, 1959:254)

Dimana :

Tegangan material (F) : *Stainless steel* SA 167 Grade 10 Type 310 18750 psi

(Tabel 13.1, Brownel and Young, 1959:251)

Efisiensi sambungan (E) : E = 85%

(Tabel 13.2, Brownel and Young, 1959:254)

Jenis sambungan las (*single-welded butt joint without backing strip, no radiographed*).

Korosi yang diizinkan (C) : *Corrosion allowance* 0,2125 in/20 tahun

(Tabel 6. Timmerhaus, 1991 hal.542)

$$\text{ts} = \frac{\text{Pdesain.D}}{2(\text{f.E} - 0{,}6\ .\text{P})} + \text{C}$$

$$\text{ts} = \frac{16{,}2626 \text{ psi} \,.\, 33{,}4619 \text{ in}}{2(18750 \,.\, 0{,}85 - 0{,}6\ .16{,}2626 \text{ psi})} + 0{,}2125$$

$$\text{ts} = 0{,}22956 \text{ in}$$

$$\text{ts} \approx 0{,}25 \text{ in}$$

Digunakan Tebal *Shell* (Ts) *standard* = ¼ in = 0,25 in

(Tabel 5.1, Brownel & Young, 1959:81)

5. Diameter Total *Mixer*

$OD = Di + 2.ts$

$OD = 33{,}4619 \text{ in } + 2.0{,}25 \text{ in}$

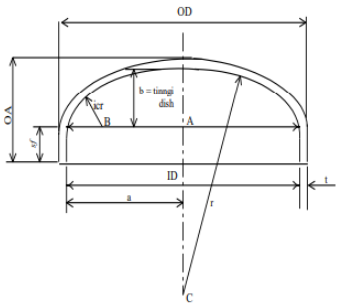
$OD = 33{,}9619 \text{ in}$

Digunakan diameter luar (OD) standar 34 in

(Tabel 5.7, Brownel & Young, 1959:89)

6. Tebal *head* dan tinggi *head*

Jenis yang direkomendasikan adalah *torsiperical and dished head*



Gambar IX.2 Desain *Head Mixer*

- **Tebal *head***

  Menentukan nilai stress intensification (w) untuk torispherical dished *head* dengan menggunakan persamaan

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

  (Brownell and Young, 1959):258

  Dari tabel 5.7 Brownell and young, 1959:88 dapat diketahui

  rc = 34 in

  icr = 2,125 in

  sehingga,

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

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{34\text{ in}}{2{,}125\text{ in}}}\right)$$

$$w = 1{,}75\text{ in}$$

Menentukan tebal *head* dengan menggunakan pers 7.77

(Brownell and Young,1959:258)

$$th = \frac{Pdesain.\,rc.\,w}{2.f.E - 0{,}2.Pdesain} + C$$

$$th = \frac{16{,}2626\text{ psi} \,.\, 34\text{ in} \,.\, 1{,}75\text{ in}}{2.18750.0{,}85 - 0{,}2.16{,}2626\text{ psi}} + 0{,}2125$$

$$th = 0{,}2486\text{ in}$$

$$th \approx 0{,}25\text{ in}$$

Digunakan Tebal *Head* (Th) *standard* = ¼ = 0,25 in

(Tabel 5.1, Brownel & Young, 1959:81)

- **Kedalaman dish (b)**

  Berdasarkan Tabel 5.8, Brownell and Young, 1959:87 , diperoleh :

  Sf = 1,5 in – 2,125 in

  Direkomendasikan nilai sf = 2 in = 0,1667 ft

$$b = rc - \sqrt{(rc - icr)^2 - \left(\frac{D}{2} - icr\right)^2}$$

$$b = 34\text{ in} - \sqrt{(34\text{ in} - 2{,}125)^2 - \left(\frac{34\text{ in}}{2} - 2{,}125\text{ in}\right)^2}$$

$$b = 5{,}66873\text{ in}$$

- **Tinggi *head***

  Tinggi $Head = th + b + sf$

  (Brownell and Young, 1959:87)

  Tinggi $Head = 0{,}25\text{ in} + 5{,}6683\text{ in} + 2\text{ in}$

  Tinggi $Head = 7{,}91837\text{ in}$

  $= 0{,}6598\text{ ft}$

- **Volume head**

  $\mathrm{V}dish = 0{,}000049\ \mathrm{D}^3$

  $\mathrm{Vsf} = \frac{\pi.\mathrm{D}^2.\mathrm{sf}}{4}$

  Pers. 5.11 (Brownel and young, 1959:88)

  $\mathrm{V}head = 2(\mathrm{Vdish} + \mathrm{Vsf})$

  $\mathrm{V}head = 2\left(0{,}000049\ \mathrm{D}^3 + \frac{\pi.\mathrm{D}^2.\mathrm{sf}}{4}\right)$

  $\mathrm{V}head = 2\left(0{,}000049\ (2{,}7884\ \mathrm{ft})^3 + \frac{\pi.(2{,}7884\ \mathrm{ft})^2.\ 0{,}1667\ \mathrm{ft}}{4}\right)$

  $\mathrm{V}head = 2\ (0{,}00106\ \mathrm{ft} + 1{,}0173\ \mathrm{ft})$

  $\mathrm{V}head = 2{,}03676\ \mathrm{ft}$

7. **Tinggi total *mixer* (Htotal)**

   $\mathrm{Htotal} = \mathrm{H}shell + \mathrm{H}head$

   $\mathrm{Htotal} = 33{,}4619\ \mathrm{in} + 7{,}9183\ \mathrm{in}$

   $\mathrm{Htotal} = 41{,}3803\ \mathrm{in}$

   $\mathrm{Htotal} = 3{,}4483\ \mathrm{ft}$

8. **Tinggi bahan baku pada *mixer***

   - Volume bahan baku pada *mixer*

     $\text{Volume bahan} = \mathrm{V}shell - 0{,}5\ \mathrm{V}head$

     $\text{Volume bahan} = 17{,}0207\ \mathrm{ft}^3 - 0{,}5\ (2{,}0367\ \mathrm{ft}^3)$

     $\text{Volume bahan} = 16{,}0023\ \mathrm{ft}^3$

   - Tinggi bahan baku

     $\text{Tinggi bahan} = \frac{4.\mathrm{V}}{\pi\ .\mathrm{D}^2}$

     $\text{Tinggi bahan} = \frac{4.\ 16{,}0023\ \mathrm{ft}^3}{\pi\ .(2{,}7884\ \mathrm{ft}^2)^2}$

     $\text{Tinggi bahan} = 2{,}62165\ \mathrm{ft}$

9. Desain Pengaduk

Berdasarkan Mc.Cabe, 1987 edisi 5 hal : 243

$$\frac{DI}{DM} = \frac{1}{3} \; ; \; \frac{E}{DM} = \frac{1}{3} \; ; \frac{L}{DI} = \frac{1}{3} \; ; \; \frac{H}{DM} = 1 \; ; \; \frac{W}{DM} = \frac{1}{5}$$

$$\text{Diameter pengaduk (DI)} = \frac{DM}{3} = \frac{2{,}7884 \text{ ft}}{3} = 0{,}9294 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} \quad = \frac{DM}{5} = \frac{2{,}7884 \text{ ft}}{5} = 0{,}5576 \text{ ft}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} \quad = \frac{DM}{4} = \frac{2{,}7884 \text{ ft}}{4} = 0{,}6971 \text{ ft}$$

$$\text{Jarak pengaduk dengan dasar} = \frac{DI}{3} = \frac{2{,}7884 \text{ ft}}{3} = 0{,}9294 \text{ ft}$$

10. Jumlah pengaduk

Sg bahan baku = 2,789

$$\text{jumlah pengaduk} = \frac{\text{Tinggi bahan} \, . \, sg}{D}$$

(Pers. 8.9 Rase, 1977)

$$\text{jumlah pengaduk} = \frac{2{,}6216 \text{ ft} \, . \, 2{,}789}{2{,}7884 \text{ ft}}$$

$$\text{jumlah pengaduk} = 2{,}6221$$

$$\text{jumlah pengaduk} \approx 3$$

11. Kecepatan pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi . D . 0{,}3048} \sqrt{\frac{\text{Tinggi bahan} \, . \, sg}{2.D}}$$

(Pers. 8.11 Rase, 1977)

$$N = \frac{600}{\pi . \, 2{,}7884 \text{ ft} \, . 0{,}3048} \sqrt{\frac{2{,}6216 \text{ ft} \, . \, 2{,}789}{2 \, . \, 2{,}6216 \text{ ft}}}$$

$$N = 212{,}929 \text{ rpm}$$

12. *Power* Pengaduk (P)

Berdasarkan *figure* 10.7 walas , disarankan memakai pengaduk *type pitched turbine*, 45 derajat. Dikarenakan cocok digunakan untuk pencampuran *powder* .

Type	No. baffles	N_p	N_Q
Propeller	0	0.3	
Propeller	3-8	0.33-0.37	0.40-0.55
Turbine, vertical blade	0	0.93-I .08	0.33-0.34
Turbine, vertical blade	4	3-5	0.70-0.85
Pitched turbine, 45"	0	0.7	0.3
Pitched turbine, 45"	4	1.30-1.40	0.60-0.87
Anchor	0	0.28	

A correlation of pumping rate of pitched turbines is shown as Figure 10.7.

Gambar IX.2 Dasar Pemilihan Pengaduk

Diketahui :

Np = 0,7 (Tanpa *baffle*)

$$P = 3{,}52.10^{3}.\,Np\left(\frac{\rho}{62{,}4}\right)\left(\frac{N}{60}\right)^{3}\left(\frac{D}{12}\right)^{5}$$

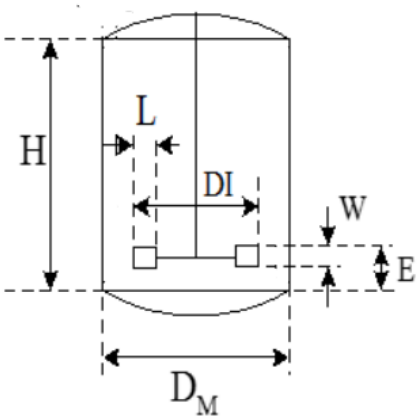
(*Figure* 8.8 Rase, 1977)

$$P = 3{,}52.10^{3}.\,0{,}7\left(\frac{31{,}08159\ \text{lb/ft}^3}{62{,}4}\right)\left(\frac{212{,}929\ \text{rpm}}{60}\right)^{3}\left(\frac{2{,}7884\ \text{ft}}{12}\right)^{5}$$

P = 37,16553 Hp

$P \approx 28{,}45$ kw

13. Spesifikasi *Mixer*



Gambar IX.3 Desain *Mixer*

1) Spesifikasi *Shell* (Tangki)
   - ❖ Diameter *mixer* (D_M) = 2,7884 ft
   - ❖ Tinggi *shell* = 2,7884 ft
   - ❖ Tinggi *mixer* = 3,4483 ft
   - ❖ Volume *Mixer* = 17,02289 ft^3
   - ❖ Tebal *Shell* (ts) = 0,25 in = 0,02083 ft

2) Spesifikasi *Head* (Tutup)
   - ❖ Tinggi *head* = 0,659 ft
   - ❖ Tebal *head* (th) = 0,25 in = 0,02083 ft
   - ❖ Volume *head* = 2,0367 ft

3) Spesifikasi pengaduk
   - ❖ Diameter pengaduk = 0,9294 ft
   - ❖ Tinggi pengaduk = 0,5576 ft
   - ❖ Lebar pengaduk = 0,6971 ft
   - ❖ Jarak pengaduk dengan dasar = 0,9294 ft
   - ❖ Kecepatan pengadukan = 212,929 rpm
   - ❖ *Power* pengaduk = 28,45 kw

4) Spesifikasi bahan baku pada *mixer*
   - ❖ Tinggi bahan baku pada *mixer* = 2,62165 ft
   - ❖ Volume bahan baku pada *mixer* = 16,0023 ft^3

14. Perbandingan Perancangan Desain dan Desain Aktual *Mixer* type speed kneader di PT. Ajinomoto Indonesia pada produksi Sajiku.

Tabel IX.4 Perbandingan Perancangan Desain dan Desain aktual dari *Mixer Speed Kneader*

Spesifikasi	Perancangan Desain	Desain Aktual
Diameter Tangki *mixer*	2,7884 ft	2,78 ft
Tinggi Tangki *mixer*	2,7884 ft	2,78 ft
Kapasitas / volume Tangki *mixer*	17,02289 ft^3	17,02 ft^3
Jumlah Pengaduk	3	3
Kecepatan pengadukan	212,929 rpm	200-220 rpm
Power	28,45 kw	30 kw

Berdasarkan tabel perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa perancangan desain *mixer speed kneader* yang dilakukan telah sesuai dan dapat digunakan untuk acuan pembuatan *mixer speed kneader*.