



BAB IX

TUGAS KHUSUS

IX.1 Perhitungan Kapasitas Tekanan Pada Mesin Gilingan

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &= 1900 \text{ mm} &= 190 \text{ cm} &= 1,9 \text{ m} \\ D &= 981 \text{ mm} &= 98,1 \text{ cm} &= 0,981 \text{ m} \\ G &= 9,8 \text{ m/s}^2 &= 980 \text{ cm/s}^2 \\ A &= \text{Selimut Tabung} &= 2 \pi r t \\ m &= V \text{ roll} \times \rho \text{ besi} \\ \rho \text{ besi} &= 7,85 \text{ ton.m}^3 \end{aligned}$$

Ditanya : Tekanan Pada Mesin Gilingan ?

$$P = \frac{F}{A}$$

Jawab :

- Menghitung Massa Roll

$$m = V \text{ roll} \times \rho \text{ besi}$$

$$m = \frac{1}{4} \pi D^2 t \times 7,85 \text{ ton/m}^3$$

$$m = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,981^2 \text{ m} \cdot 1,9 \text{ m} \times 7,85 \text{ ton/m}^3$$

$$m = 11,267 \text{ ton}$$

$$m = 11267 \text{ kg}$$

- Menghitung Selimut Roll

$$A = \pi D t$$

$$A = 3,14 \times 0,981 \text{ m} \times 1,9 \text{ m}$$

$$A = 5,8 \text{ m}^2$$

$$A = 58000 \text{ cm}^2$$

Sehingga dapat ditentukan Tekanan Pada Mesin Gilingan

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{m \cdot g}{A}$$

$$P = \frac{11.267 \text{ kg} \times 980 \text{ cm/s}^2}{58000 \text{ cm}^3}$$

$$P = 190,37 \text{ kg/cm}^2$$

Diperoleh Kapasitas Tekanan pada mesin gilingan sebesar $190,37 \text{ kg/cm}^3$, Sehingga untuk keamanan, mesin akan dijalankan pada 80-90% tekanan teoritis. Diperoleh Tekanan pada mesin gilingan berkisar $152,296 - 171,33 \text{ Kg/cm}^3$

IX. 2 Perhitungan Daya Turbin Untuk Penggerak Mesin Gilingan

Diketahui :	Turbin	= $15 - 18 \text{ kg/cm}^2$
	Steam Chest	= $70 - 80 \%$ = $10,5 - 12,6 \text{ kg/cm}^3$
	P	= 400 KW = 400.000 W
	V	= 380
	Cos Φ	= $0,9$

Ditanya : Kuat Arus Turbin Penggerak Mesin Gilingan?

$$P = \sqrt{3} V I \cos \Phi$$

Jawab :

$$P = \sqrt{3} V I \cos \Phi$$

$$400.000 \text{ W} = \sqrt{3} 380 I 0,9$$

$$I = 6,76 \text{ A}$$

Sehingga, kuat arus yang dibutuhkan turbin untuk menggerakkan mesin gilingan sebesar 6,76. Untuk keamanan mesin, digunakan 70-80 % dari kuat arus teoritis. Diperoleh kuat arus turbin berkisar $4,732 - 5,408 \text{ A}$.

IX. 3 Perhitungan Tinggi Kondensor

Diketahui :	$\rho_1 \text{ raksa} = 13,6 \text{ g/cm}^3$
	$h_1 \text{ raksa} = 76 \text{ cmHg}$



$$\rho_2 \text{ air} = 1 \text{ g/cm}^3$$

Ditanya : tinggi kondensor, $h_2 \text{ air}$

Jawab :

Tekanan Hidrostatik Sisi Raksa = Tekanan Hidrostatik Sisi Air

$$\rho_1 \times g_1 \times h_1 = \rho_2 \times g_2 \times h_2$$

$$13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 76 \text{ cmHg} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot h_1$$

$$h = 1022,6 \text{ cm}$$

$$h = 10,226 \text{ m}$$

safety factor, 10%

$$h = 10,226 \text{ m} \cdot 10\%$$

$$h = 11,36 \text{ m}$$

Sehingga, tinggi kondensor yang digunakan adalah 11,36 m dengan menggunakan safety factor.

IX. 4 Perhitungan Efisiensi Boiler

Diketahui : Data ampas

$$\text{Pol (\%)} = 2 \%$$

$$\text{ZK} = 49 \%$$

$$\text{W} = 100 - \text{ZK}$$

$$= 100 - 49 \%$$

$$= 51 \%$$

$$\text{m} = 1,5 \text{ (rasio udara terhadap ampas)}$$

Jawab :

NCV (Nett Calor Value) = NHV (Nett Heat Value)

$$\text{NCV} = 4250 - 10 \times \text{pol} - 48 \times \text{W}$$

$$= 4250 - 10 \times 2 - 48 \times 51$$

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



$$= 1782 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}}$$

Sensible Heat Loss in Flow Gas

$$\begin{aligned} Z &= \{[(1 - w) \cdot (1 \times m - 0,13)] + 1\} \\ &= \{[(1 - 0,51) \cdot (1 \times 1,5 - 0,13)] + 1\} \\ &= 317,547 \end{aligned}$$

Perhitungan Mass Value

$$\begin{aligned} MV &= NCV - Z \\ &= 1782 - 317,547 \\ &= 1464,453 \text{ kkal/kg} \end{aligned}$$

Overall Efisiensi

$$\gamma = 0,975$$

$$\beta = 0,975$$

$$\lambda = 0,89$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi } \eta &= \frac{MV \times \beta \times \lambda \times \gamma}{NCV} \times 100\% \\ \eta &= \frac{1464,453 \times 0,975 \times 0,975 \times 0,89}{1782} \times 100\% \\ \eta &= 69,529\% \approx 70\% \end{aligned}$$

IX. 5 Perhitungan Nilai Rendemen Potensi

Diketahui : % brix = 17%

HK = 72

Ditanya : rendemen potensi..?

Jawab :

Menghitung nilai %pol

$$HK = \frac{\%pol}{\%brix} \times 100\%$$



$$72 = \frac{\%pol}{17\%} \times 100\%$$

$$\%pol = 12,24\%$$

Menghitung nilai kadar nira

$$\text{Nilai nira} = \%pol - 0,4 (\%brix - \%pol)$$

$$\text{Nilai nira} = 12,24\% - 0,4 (17\% - 12,24\%)$$

$$\text{Nilai nira} = 10,336\%$$

Menghitung rendemen potensi

$$\text{Rendemen potensi} = \text{faktor rendemen} \times \text{nilai nira}$$

$$\text{Rendemen potensi} = 0,68 \times 10,336$$

$$\text{Rendemen potensi} = 7,02$$

Jadi diperoleh potensi rendemen pada pucuk tebu sebesar 7,02. Semakin ke bagian bawah tebu, maka rendemen potensinya semakin besar

IX. 6 Perhitungan Tebal Bejana Evaporator

$$\text{Diketahui : } \rho \text{ nira} = 10,5 \text{ g/cm}^3 = 1050 \text{ kg/m}^3$$

$$P \text{ tromol} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 14,6 \text{ Psi}$$

$$P \text{ sisi nira} = 0,75 \text{ kg/cm}^2 = 10,87 \text{ Psi}$$

$$\text{Diameter, } D = 5 \text{ m} = 196,85 \text{ in}$$

$$H = 1/3 \text{ tromol} = 1/3 \times 2,7 \text{ m} = 0,9 \text{ m} = 35,4331 \text{ in}$$

$$\text{Efisiensi las, } E = 0,6$$

$$\text{Faktor korosi, } C = 0,25 \text{ (korosif)}$$

$$\text{Stress yang diijinkan, } F = 11200 \text{ SA (285 A)}$$

Ditanya : ketebalan bejana...?

Jawab :

Mencari tebal minimum tromol (t min)

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



$$t_{\min} = \frac{P \cdot D}{(F \cdot E - 0,6 \cdot P)} + C$$

$$t_{\min} = \frac{14,7 \text{ Psi} \cdot 196,85 \text{ in}}{(11200 \cdot 0,6 - 0,6 \cdot 14,7 \text{ Psi})} + 0,25$$

$$t_{\min} = 0,68 \text{ in}$$

$$t_{\min} = 17,272 \text{ mm} \approx 19 \text{ mm (standar yang ada diatas hitungan)}$$

Mencari tebal minimum body sisi uap nira ($t_{\min}$)

$$t_{\min} = \frac{P \cdot D}{(F \cdot E - 0,6 \cdot P)} + C$$

$$t_{\min} = \frac{10,87 \text{ Psi} \cdot 196,85 \text{ in}}{(11200 \cdot 0,6 - 0,6 \cdot 10,87 \text{ Psi})} + 0,25$$

$$t_{\min} = 0,5687 \text{ in}$$

$$t_{\min} = 14,444 \text{ mm} \approx 16 \text{ mm (standar yang ada diatas hitungan)}$$

IX. 7 Perhitungan Kebutuhan Pipa Pemanas Evaporator

Diketahui : $L_{\text{pemanas}} = 1800 \text{ m}^2$

$$ID = 33 \text{ mm} = 0,033 \text{ m}$$

$$OD = 36 \text{ mm} = 0,036 \text{ m}$$

$$\text{Panjang pipa} = 2700 \text{ mm} = 2,7 \text{ m}$$

Ditanya : jumlah kebutuhan pipa pemanas...?

Jawab

Menghitung luas selimut tabung

$$L_{\text{selimut tabung}} = \pi d t$$

$$L_{\text{selimut tabung}} = 3,14 \cdot 0,033 \cdot 2,7$$

$$L_{\text{selimut tabung}} = 0,2798 \text{ m}^2$$

Menghitung jumlah kebutuhan pipa pemanas

$$L_{\text{pemanas}} = L_{\text{selimut pipa}} \times \text{jumlah pipa}$$

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



$$1800 = 0,2798 \times \text{jumlah pipa}$$

$$\text{Jumlah pipa} = 6435 \text{ buah}$$

IX. 8 Perhitungan Air Injeksi Pada Kondensor

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : laju alir massa uap nira badan akhir} &= 43,474 \text{ ton/jam} \\ &= 43474 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 80\%$$

$$\text{Suhu masuk air injeksi, } t_1 = 35^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu keluar air kondensor, } t_2 = 48^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu uap, } t_v = 54^\circ\text{C}$$

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ditanya : laju alir volume air injeksi...?}$$

Jawab :

$$W = \frac{607 \cdot 0,3 t_v - t_2}{t_2 - t_1}$$

$$W = \frac{607 \cdot 0,3 \cdot 54 - 48}{48 - 35}$$

$$W = 44,24 \frac{\text{kg uap}}{\text{kg air}}$$

Menghitung kebutuhan air injeksi

$$\text{kebutuhan air injeksi} = \text{laju alir uap nira} \times W$$

$$\text{kebutuhan air injeksi} = 43474 \cdot 44,24$$

$$\text{kebutuhan air injeksi} = 1923557 \text{ kg/jam}$$

menghitung laju alir volume air injeksi

$$\text{laju alir air injeksi} = \frac{\text{kebutuhan air injeksi}}{\rho_{\text{air}}}$$



$$\text{laju alir air injeksi} = \frac{1923557 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{laju alir air injeksi} = 1923,557 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

sehingga diperoleh laju alir volume air injeksi sebesar 1923,557 m³/jam



BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

X.1 Kesimpulan

Berdasarkan Praktik Kerja Lapangan yang telah dilakukan pada Pabrik Gula Semboro, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kapasitas di Pabrik Gula Semboro pada tahun 2024 berkisar 6750 TCD
2. Pabrik Gula Semboro merupakan pabrik gula yang mengolah tebu untuk diambil kandungan gula dan memisahkan zat yang bukan gula, dengan bahan baku tebu diperoleh dari tebu rakyat dan tebu milik PTPN 1 regional 4 & 5.
3. Produk PG Semboro selain gula adalah ampas dan tetes. Ampas akan digunakan kembali menjadi bahan bakar stasiun ketel dan tetes dijual kepada perusahaan alkohol dan MSG. Produk gula yang dihasilkan memiliki kemasan 50 kg dan kemasan retail 1 kg dengan merk Nusakita.
4. Pengawasan mutu PG Semboro dilakukan pada laboratorium analisa sendiri yang meliputi analisa kadar brix, kadar pol, zat kering ampas, kadar kapur nira mentah dan nira encer, kadar *phospate*, kadar pol blotong, zat kering blotong, ICUMSA, gula reduksi, *preparation index*, dan analisis sogokan.
5. Limbah yang terdapat pada PG Semboro meliputi limbah cair berupa air limbah kondensor, air limbah proses, dan air limbah abu ketel. Limbah padat berupa blotong, ampas, abu ketel, dan *cake sludge*. Limbah gas meliputi gas buang amonia dan asap cerobong ketel. Serta limbah B3 yang hanya dilakukan penyimpanan dan diolah oleh pihak ketiga.
6. Stasiun yang terlibat pada proses pabrikasi pembuatan gula di PG Semboro yaitu stasiun pemerahan nira (gilingan), stasiun pemurnian nira, stasiun



penguapan, stasiun pemasakan (kristalisasi), stasiun karbonatasi, stasiun putaran dan stasiun pengemasan atau penyelesaian.

X.2 Saran

Setelah melakukan kegiatan Praktik Kerja Lapangan, terdapat beberapa saran guna meningkatkan efisiensi dan performa pabrik, diantaranya adalah :

1. Modernisasi peralatan yang digunakan sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi downtime, dan dapat meningkatkan kualitas gula.
2. Perawatan, pengecekan dan penggantian *spare part* alat dapat ditingkatkan agar proses tetap berjalan lancar dan tidak mempengaruhi kualitas dari produk.
3. Pengembangan produk turunan untuk diolah sendiri seperti pupuk organik dari blotong, dan tetes tebu dapat diolah menjadi produk lanjutan atau dikemas untuk meningkatkan nilai jual.
4. Pengoptimalisasi perlengkapan K3 dalam lingkup kerja, sehingga dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman bagi pekerja.