



## LAMPIRAN A

## LAMPIRAN (MENARA DISTILASI)

Tugas : Memisahkan bahan kimia, berupa produk utama berupa etanol, serta bahan-bahan pembantu, yaitu urea, asam sulfat, asam fosfat, ragi/yeast, dan monosakarida berupa d-glukosa dan d-fruktosa

Jenis : Plate column

## A. Perancangan menara distilasi

Kondisi operasi:

- Suhu operasi : 77 °C
- Tekanan : 1 atm

## 1. Neraca Massa pada Menara Distilasi

Tabel A.1 Neraca Massa di Menara Distilasi

Komponen	BM	Total Umpan		Hasil Atas		Hasil Bawah	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H <sub>2</sub> O	18	395,7342921	7.123,217257	11,20118836	201,6213905	384,4715587	6.920,488057
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	60	15,38009325	922,8055949	-	-	15,38009325	922,8055949
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	0,28260455	27,69524594	-	-	0,28260455	27,69524594
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,090433456	8,862478702	-	-	0,090433456	8,862478702
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (glukosa)	180	5,859083142	1.054,634966	-	-	5,859083142	1.054,634966
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (fruktosa)	180	52,63943079	9.475,097543	-	-	52,64558529	9.476,205352
Ragi/yeast	76	0,247799569	18,83276724	-	-	0,247799569	18,83276724
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	105,4105143	4.848,88366	105,4105143	4.848,88366	-	-
Total		575,6442512	23.480,02951	116,6117027	5.050,505051	458,977158	18.429,52446

## 2. Neraca Panas pada Menara Distilasi

Persamaan Clausius-Clapeyron:

$$\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right);$$

dimana:

$P_1$  = tekanan uap pada suhu  $T_1$  (Kelvin);

$P_2$  = tekanan uap pada suhu  $T_2$  (Kelvin);

$\Delta H_{vap}$  = entalpi penguapan; dan

$R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

Tabel A.2 Data Tekanan Uap dan Konstanta Antoine

Komponen	$\Delta H_{vap}$	$P_1$	$T_1$	$T_2$	$P_2$
H <sub>2</sub> O	44,0	1	298,15	350,15	1,00264
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	45,85	1	298,15	350,15	1,002751
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1271,66	1	298,15	350,15	0,926644
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.295	1	298,15	350,15	1,080673
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (glukosa)	117,51	1	298,15	350,15	1,007065
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (fruktosa)	117,93	1	298,15	350,15	1,00709
Ragi/yeast	0	1	298,15	350,15	1
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	42,3	1	298,15	350,15	1,002537

## B. Optimasi Menara Distilasi

Kecepatan volume umpan

Tabel A.3 Perhitungan Kecepatan Volume Umpan

Komponen	BM	Laju Alir Mol (kmol/jam)	Laju Alir Massa (kg/jam)	Densitas ( $\rho$ ) (kg/liter)	Fv=m/ $\rho$
H <sub>2</sub> O	18	395,7342921	7.123,217257	0,997	7.144,651
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	60	15,38009325	922,8055949	1,32	699,0951
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	0,28260455	27,69524594	1,88	14,73151
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,090433456	8,862478702	1,84	4,816565
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (glukosa)	180	5,859083142	1.054,634966	1,56	676,0481
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (fruktosa)	180	52,63943079	9.475,097543	1,69	5.606,567
Ragi/yeast	76	0,247799569	18,83276724	-	-
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	105,4105143	4.848,88366	0,789	6.145,607
Total		575,6442512	23.480,02951	10,076	20.291,52

Dengan menggunakan Hukum Raoult dan Hukum Dalton;

$$p_i = p_1^* \times x_i; \text{ dan}$$

$$p_{total} = \sum_{i=1}^n p_i;$$

maka dapat dilihat di Tabel berikut:

Tabel A.4 Perhitungan Tekanan dalam Menara Distilasi

Komponen	$P_i$	$x_i$	$P_i \cdot x_i$
H <sub>2</sub> O	1,00264	0,183117	0,1836
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,002751	0,010178	0,010206
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,926644	0,687463	0,637033
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,080673	0,000157	0,00017
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (glukosa)	1,007065	0,000491	0,000494
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (fruktosa)	1,00709	0,00043	0,000433
Ragi/yeast	1	0,026718	0,026718
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	1,002537	0,091444	0,091676
Total	8,0294	0,999998	0,950331

Menentukan Volume Menara Distilasi

- Diket:
  - Diameter (D) : 1,143 m
  - Tinggi head atas ( $h_a$ ) : 0,0058 m
  - Tinggi head bawah ( $h_b$ ) : 0,0058 m
  - Tinggi total (h) : 30,22 m

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times (h - (h_a + h_b))$$

$$= \frac{3,14}{4} \times (1,143 \text{ m})^2 \times (30,22 \text{ m} - (0,0058 \text{ m} + 0,0058 \text{ m})) = 31 \text{ m}^3$$

### C. Perancangan Suhu Menara Distilasi

Jumlah komponen pada menara distilasi = 23.480,02951 kg/jam

Suhu awal ( $T_{c1}$ ) : 77 °C = 350,15 K

Suhu atas ( $T_{c2,a}$ ) : 77 °C = 350,15 K

Suhu bawah ( $T_{c2,b}$ ) : 30 °C = 303,15 K

Suhu rata-rata (atas,  $T_{ra}$ ) : 77 °C = 350,15 K

Suhu rata-rata (bawah,  $T_{rb}$ ) : 53,5 °C = 326,65 K

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

$$\Delta T_{lm} = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{\ln \frac{(T_r - T_{c1})}{(T_r - T_{c2})}}$$

- Untuk bagian atas:

$$\Delta T_{lm} = \frac{350,15 \text{ K} - 350,15 \text{ K}}{\ln \frac{(350,15 \text{ K} - 350,15 \text{ K})}{(350,15 \text{ K} - 350,15 \text{ K})}} = 0 \text{ K.}$$

- Untuk bagian bawah:

$$\Delta T_{lm} = \frac{303,15 \text{ K} - 350,15 \text{ K}}{\ln \frac{(326,65 \text{ K} - 350,15 \text{ K})}{(326,65 \text{ K} - 303,15 \text{ K})}} = 47 \text{ K.}$$

الجمعة الإسلامية الأندلسية