



DIKTISAINTEK
BERDAMPAK

MATERI PERTEMUAN 13

MATA KULIAH: AZAS TEKNIK KIMIA 1

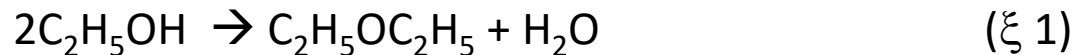
NERACA MASSA DENGAN SISTEM KOMPLEKS

Prof. Ir. HERLIATI, M.T, Ph.D

1. Neraca Massa Tanpa Reaksi
2. Neraca dengan Reaksi
3. Neraca Massa dengan Recycle

KASUS YANG LEBIH KOMPLEKS

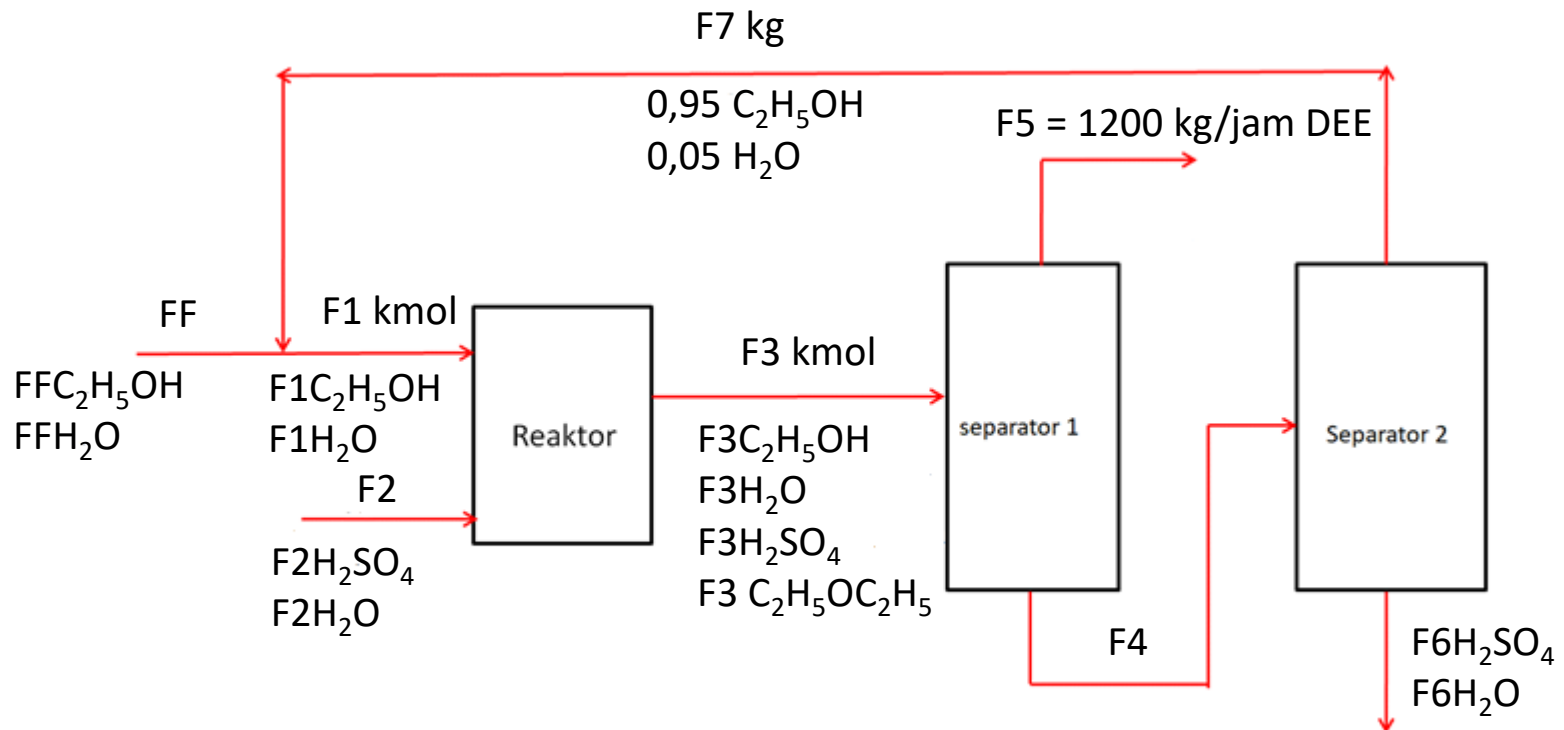
Dietil eter (DEE) dihasilkan dengan dehidrasi etil alkohol dengan perbandingan mol 1:1 (Asam sulfat dan etanol diumpankan pada aliran yang berbeda). Reaksi yang terjadi seperti berikut ini :



Diketahui

1. Konversi single pass alkohol 87%
2. Etanol umpan reactor 93 % berat dengan kandungan air sebagai pengotor
3. Asam Sulfat Umpan Reaktor 93 % berat dengan kandungan air sebagai pengotor.
4. Pemisahan DEE pada Kolom separator 1 berlangsung sempurna
5. Etanol yang keluar dari puncak kolom separator 2 memiliki kemurnian sebesar 95% berat direcycle dan bergabung dengan aliran fresh feed menuju ke reactor.

Perhatikan Blok Diagram berikut. Jika produk DEE pada aliran F5 sebesar 1200 kg/jam. Tentukan Tabel hasil perhitungan Neraca Massa semua unit alat dan Overall



Reaksi:



Perhitungan dilakukan dari umpan Reaktor dengan basis 100 kg etanol 93 %:

Perhitungan umpan etanol:

$$F1C_2H_5OH = 93\% \times 100 \text{ kg} = 93 \text{ kg} = 93 \text{ kg}/46 \text{ (kg/kmol)} = 2,02174 \text{ kmol}$$

$$F1H_2O \text{ dalam etanol} = 7\% \times 100 \text{ kg} = 7 \text{ kg} = 7 \text{ kg}/18 \text{ (kg/kmol)} = \mathbf{0,38889 \text{ kmol}}$$

Perhitungan umpan Asam Sulfat:

$$\text{mol } H_2SO_4 : \text{mol } C_2H_5OH = 1:1$$

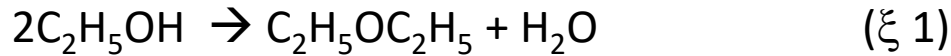
$$\text{maka: mol } H_2SO_4 \text{ umpan} = 2,02174 \text{ kmol}$$

$$= 2,02174 \text{ kmol} \times 98 \text{ (kg/kmol)} = 198,3052 \text{ kg}$$

$$H_2O \text{ dalam asam sulfat} = 7/93 \times 198,3052 = 14,9262 \text{ kg}$$

$$= 14,9262 \text{ kg}/18 \text{ (kg/kmol)} = \mathbf{0,82923 \text{ kmol}}$$

Perhatikan Reaksi :



Menyusun persamaan aljabar sebagai berikut:

$$F3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 2,02174 - 2\xi \quad (1)$$

$$F3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2,02174 \quad (2)$$

$$F3\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 = \xi \quad (3)$$

$$F3\text{H}_2\text{O} = 0,38889 + 0,82923 + \xi \quad (4)$$

Selanjutnya akan ditentukan nilai ξ dengan menggunakan informasi konversi

Fraksi single pass konversi = $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH bereaksi} / \text{C}_2\text{H}_5\text{OH umpan}$

$$0,87 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH bereaksi} / 2,02174$$

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH bereaksi} = \mathbf{1,75888 \text{ kmol}}$$

Maka, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH sisa} = 2,02174 - 1,75888 = 0,26286 \text{ kmol}$ **(ini adalah nilai F3C₂H₅OH)**

Substitusikan nilai $F3C_2H_5OH$ ke persamaan (1); $F3C_2H_5OH = 2,02174 - 2\xi_1$
Sehingga:

$$0,26286 = 2,02174 - 2\xi_1 ; \text{ maka diperoleh } \underline{\xi_1 = 0,87944}$$

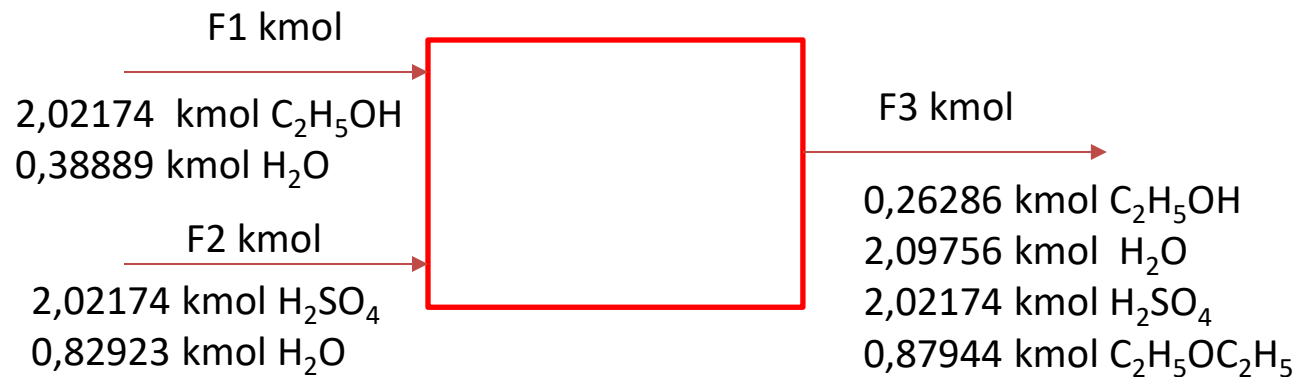
Substitusikan nilai ξ_1 ke pers (1) sampai (4) akan diperoleh:

$F3C_2H_5OH = 2,02174 - 2 \times 0,87944 = 0,26286$ kmol etanol sisa

$F3 H_2SO_4 = 2,02174$ (asam sulfat jumlah masuk dan keluar reactor sama)

$F3 C_2H_5OC_2H_5 = 0,87944$ kmol = $0,87944 \times 74 = 65,07856$ kg DEE hasil

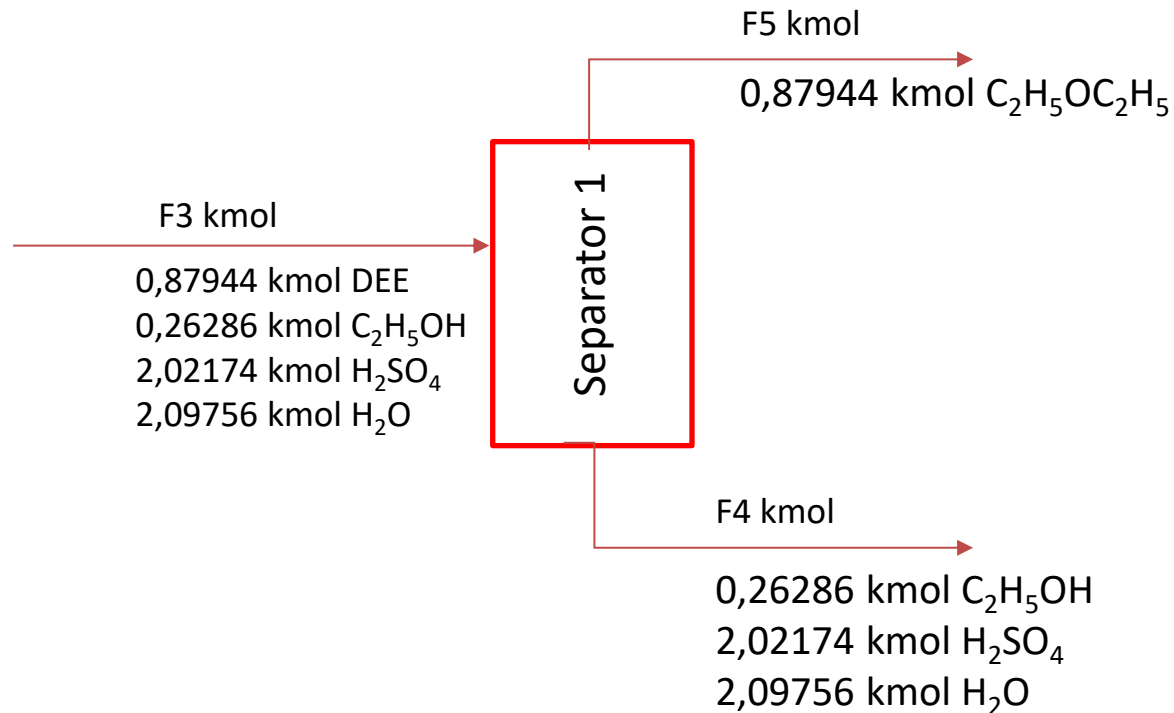
$F3 H_2O = 0,38889 + 0,82923 + 0,87944 = 2,09756$ kmol air keluar reaktor



Neraca Massa di Separator 1

Informasi dari soal bahwa, pemisahan DEE pada Kolom separator 1 berlangsung sempurna.

Maka dapat dibangun diagram sebagai berikut



Neraca Massa di Separator 2

Menentukan aliran F7

Neraca Massa C_2H_5OH di Separator 2

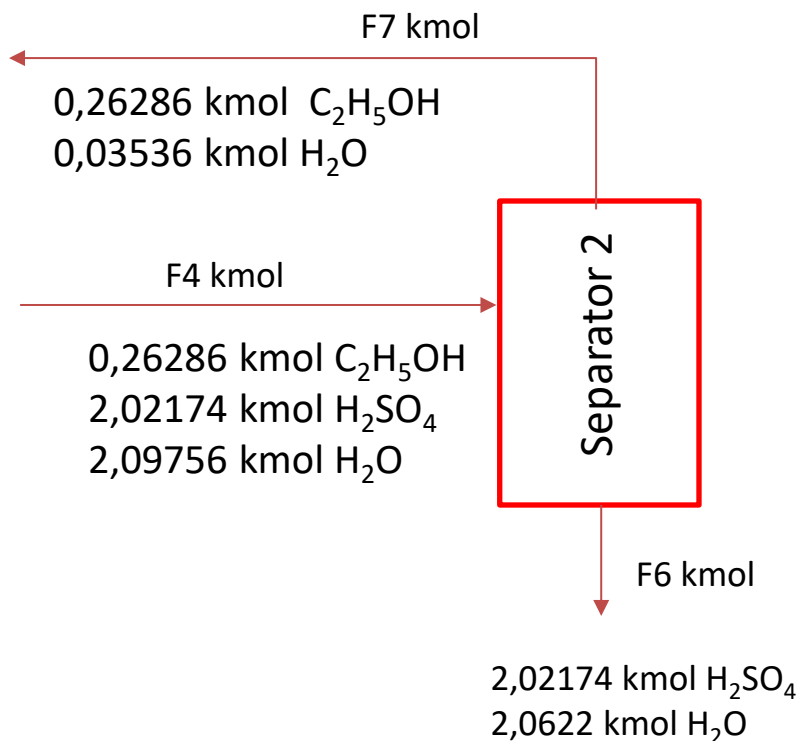
$$F4C_2H_5OH = F6C_2H_5OH + F7C_2H_5OH$$

$$0,26286 = 0 + F7C_2H_5OH$$

Maka; $F7C_2H_5OH = 0,26286 \text{ kmol} \times 46 \text{ kg/kmol} = 12,09156 \text{ kg}$

Air terdapat 5 % berat air di F7, maka

$$\begin{aligned} F7H_2O &= (5/95) \times 12,09156 \text{ kg} = 0,6364 \text{ kg} \\ &= 0,6364 \text{ kg} / 18 \text{ (kg/kmol)} = 0,03536 \text{ kmol} \end{aligned}$$



Menentukan aliran F6

Neraca Massa H_2O

$$F4H_2O = F6H_2O + F7H_2O$$

$$2,09756 = F6H_2O + F7H_2O \quad \text{subtitusikan nilai } F7H_2O$$

Maka diperoleh:

$$\begin{aligned} F6H_2O &= 2,09756 - 0,03536 = 2,0622 \text{ kmol} \\ &= 2,0622 \text{ kmol} \times 18 \text{ kg/kmol} = \mathbf{37,1196 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Neraca Massa H_2SO_4

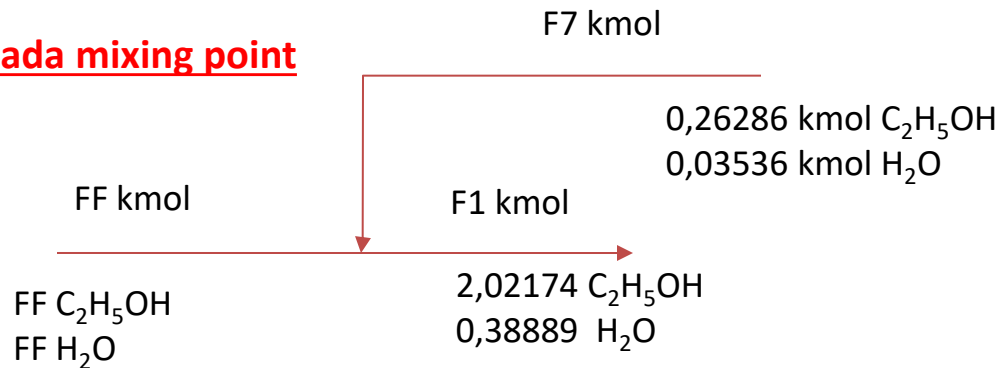
$$F4 H_2SO_4 = F6 H_2SO_4 + F7 H_2SO_4$$

$$2,02174 = F6 H_2SO_4 + 0$$

Maka diperoleh:

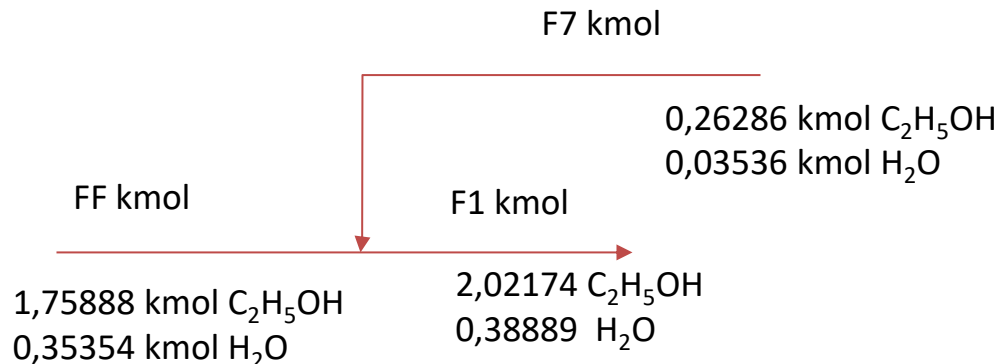
$$\begin{aligned} F6 H_2SO_4 &= 2,02174 \text{ kmol} \\ &= 2,02174 \text{ kmol} \times 98 \text{ kg/kmol} = \mathbf{198.13052 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Neraca Massa pada mixing point

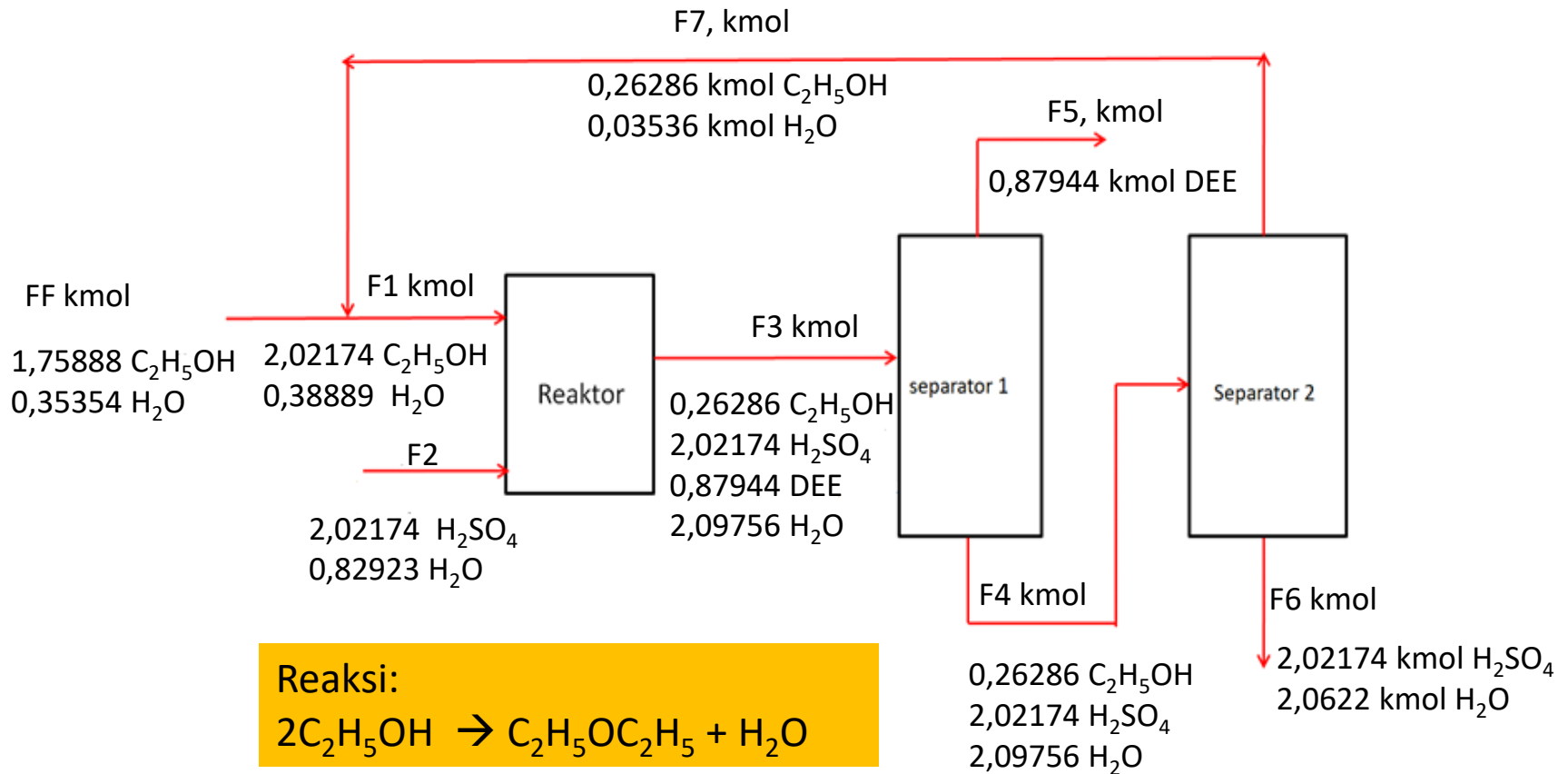


Menentukan Aliran Fresh Feed untuk etanol:

$$\begin{aligned} \text{FFC}_2\text{H}_5\text{OH} &= \text{F1C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{F7C}_2\text{H}_5\text{OH} \\ &= 2,02174 - 0,26286 = 1,75888 \text{ kmol} \\ &= 1,75888 \text{ kmol} \times 46 \text{ kg/kmol} = 80,90848 \text{ kg} \\ \text{FFH}_2\text{O} &= \text{F1H}_2\text{O} - \text{F7H}_2\text{O} \\ &= 0,38889 - 0,03536 = 0,35354 \text{ kmol} \\ &= 0,35354 \text{ kmol} \times 18 \text{ kg/kmol} = 6,36372 \text{ kg} \end{aligned}$$



Blok Diagram Kuantitatif



Tabel Neraca Massa di Reaktor
dengan Basis Perhitungan 100 kg etanol 93 % Umpan Reaktor

Senyawa	BM	Input F1		Input, F2		Output	
		kmol	kg	kmol	kg	kmol	kg
C ₂ H ₅ OH	46	2,02174	93	0	0	0,26286	12,09156
H ₂ SO ₄	98	0	0	2,02174	198,131	2,02174	198,1305
C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	74	0	0	0	0	0,87944	65,07856
H ₂ O	18	0,388897		0,8292314,9261		2,0975637,75608	
SUB TOTAL			100		213,057		313,057
TOTAL		313,057 kg				313,057 kg	

Menentukan angka faktor pengali:

Dengan basis 100 kg umpan etanol 93 % dihasilkan

0,87944 kmol/jam DEE

Sementara kapasitas yang diinginkan = 1200 kg/Jam

= 1200 kg/74 (kg/kmol) = 16,2162 kmol/jam

Maka diperoleh:

$$FP = \frac{16,2162 \text{ kmol/jam}}{0,87944 \text{ kmol/jam}} = 18,43925$$

Kalikan Faktor pengali dengan Tabel yang diperoleh berdasarkan basis untuk menghasilkan Tabel actual sesuai kapasitas produksi 1200 kg/jam DEE

Tabel Neraca Massa di Reaktor dengan Kapasitas Produksi DEE 1200 kg/Jam

Senyawa	BM	Input F1		Input, F2		F3, Output	
		kmol	kg	kmol	kg	kmol	kg
C ₂ H ₅ OH	46	37,27937	1715	0	0	4,846941	222,9593
H ₂ SO ₄	98	0	0	37,27937	3653,38	37,27937	3653,378
C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	74	0	0	0	0	16,21621	1200
H ₂ O	18	7,17084	129.1	15,29038	275,227	38,67743	696,1938
SUB TOTAL		44,45021	1844	52,56975	3928,61	97,01996	5772,531
TOTAL		5772,53 kg				5772,53 kg	

Tabel Neraca Massa di Separator 1

Senyawa	Input	Output	
	F3, kg	F4, kg	F5, kg
C ₂ H ₅ OH	222,9593	222,9593	0
H ₂ SO ₄	3653,378	3653,378	0
C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	1200	0	1200
H ₂ O	696,1938	696,1938	0
SUB TOTAL	5772,531	4.572,5311	1200
TOTAL	5772,53	5772,53	

Tabel Neraca Massa di Separator 2

Senyawa	Input	Output	
	F4, kg	F6, kg	F7, kg
C ₂ H ₅ OH	222,9593	0	222,9593
H ₂ SO ₄	3653,378	3653,378	0
C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	0	0	0
H ₂ O	696,1938	684,458	11,7358
SUB TOTAL	4.572,5311	4.337,836	234,6951
TOTAL	4.572,5311	4.572,5311	

Tabel Neraca Massa di mixing point

Senyawa	Input		Output
	FF, kg	F7, kg	F1, kg
C ₂ H ₅ OH	1492	223	1715
H ₂ SO ₄	0	0	0
C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	0	0	0
H ₂ O	117,3	11,8	129.1
SUB TOTAL	1609,3	234,8	1.844,1
TOTAL	1.844,1		1.844,1

Tabel Neraca Massa Overall
dengan Kapasitas Produksi DEE 1200 kg/Jam

Senyawa	Input, kg		Output, kg	
	FF,	F2	F5	F6
C ₂ H ₅ OH	1492	0	0	0
H ₂ SO ₄	0	3653,378	0	3653,38
C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	0	0	1200	0
H ₂ O	117,3	275,2268	0	684,458
SUB TOTAL	1609	3929		1200
TOTAL	5537,839		5537.839	

THANK YOU

