



MATERI PERTEMUAN 9

MATA KULIAH: AZAS TEKNIK KIMIA 1

**NERACA MASSA TANPA REAKSI PADA SINGLE UNIT
DENGAN METODE ALJABAR**

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

DIAGRAM ALIR PROSES

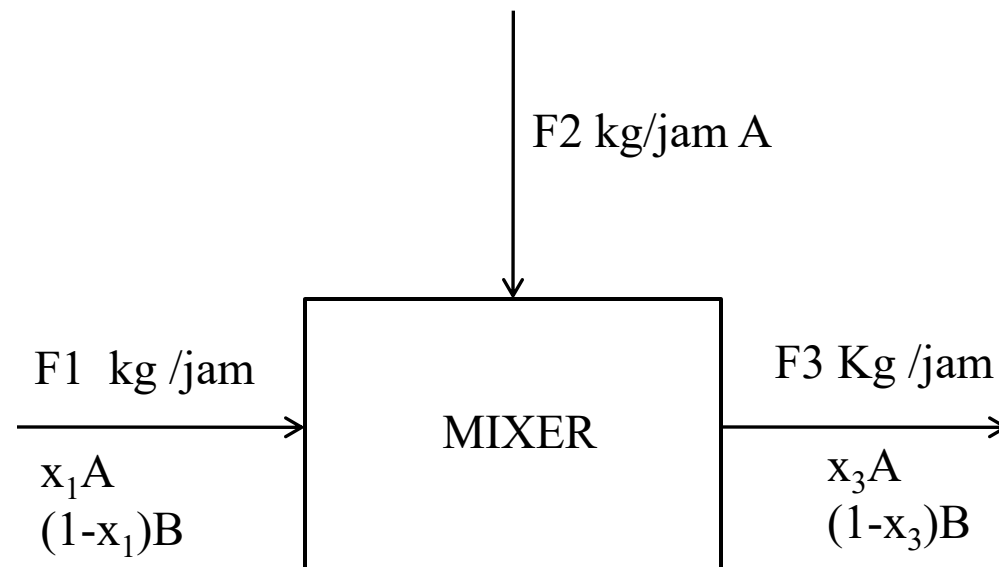
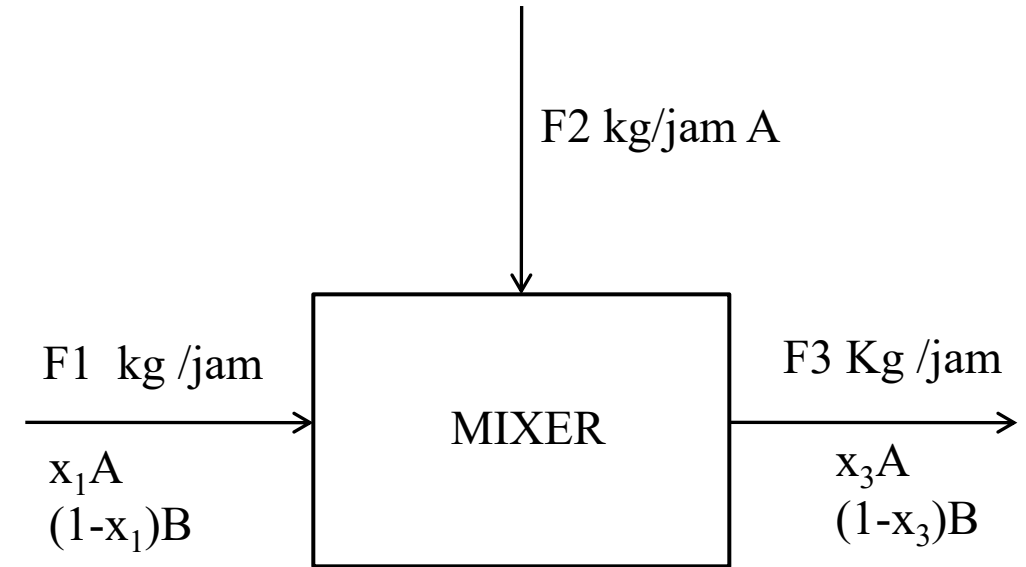
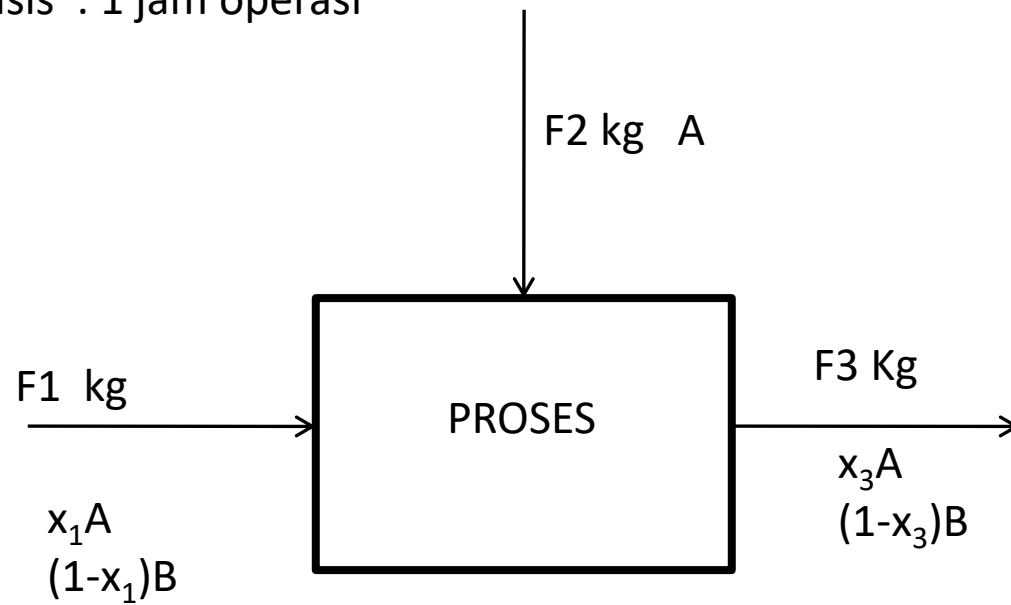


DIAGRAM ALIR PROSES

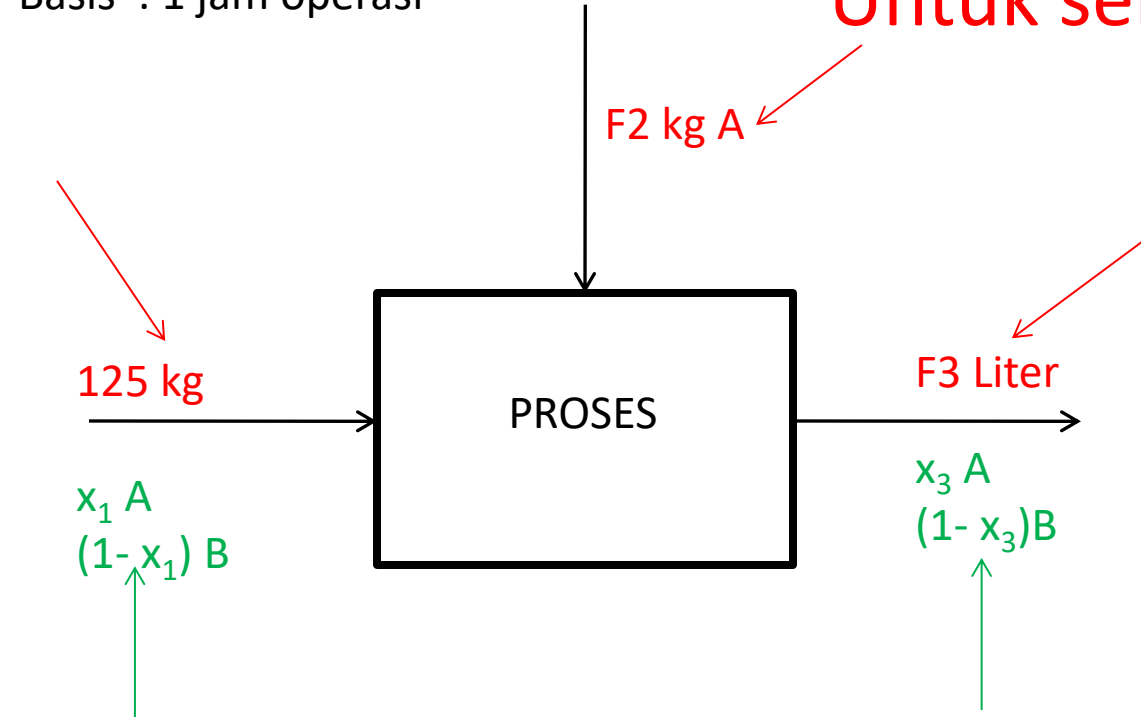


Basis : 1 jam operasi



Basis : 1 jam operasi

Satuan Harus sama
Untuk semua aliran

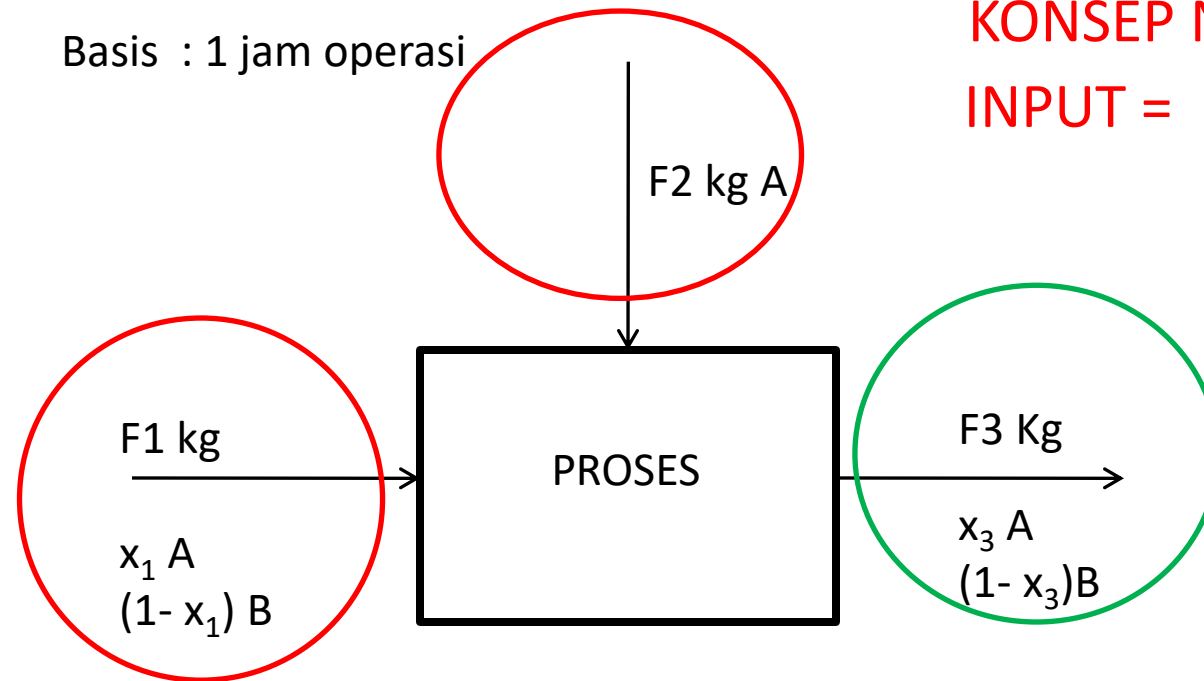


— Aliran

— Komponen/komposisi

Total fraksi
Untuk semua aliran = 1

Basis : 1 jam operasi



KONSEP NERACA MASSA

INPUT = OUTPUT

TOTAL INPUT = TOTAL OUTPUT

$$F1 + F2 = F3 \quad (1)$$

INPUT KOMPONEN A = OUTPUT KOMPONEN A

$$x_1 \cdot F1 + F2 = x_3 \cdot F3 \quad (2)$$



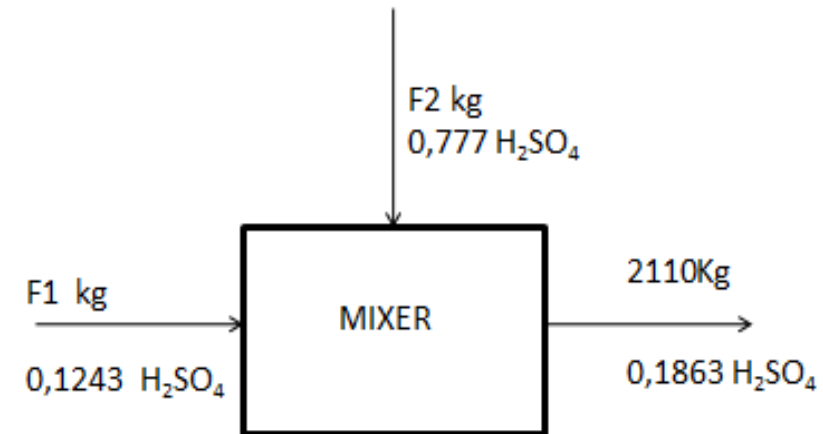
Tahapan Penyelesaian Neraca Massa Tanpa Reaksi dengan metode Aljabar

1. Gambar Diagram Alir Proses
2. Beri label untuk unknown variabel
3. Tentukan basis perhitungan
4. Tulis komposisi setiap komponen pada setiap aliran
5. Pastikan satuan yang ada di semua stream sama
6. Analisis soal nyatakan dalam persamaan matematika (jika ada)
7. Susun persamaan-persamaan aljabar yang mungkin
8. Selesaikan point 6 dan 7 secara eliminasi atau substitusi.

Contoh soal untuk campuran 2 komponen: Neraca massa pada mixer



- Sejumlah asam aki yang sudah lemah (12,43 % H_2SO_4) akan dibuat asam aki dengan konsentrasi 18,63 % H_2SO_4 dengan cara menambahkan sejumlah Asam sulfat (Kg/Jam) dengan konsentrasi 77,7 %. Berapa kebutuhan asam lemah dan asam sulfat pekat (kg/Jam) agar dihasilkan 2110 kg/Jam produk.
- Penyelesaian:



Tentukan F1 dan F2

Penyelesaian



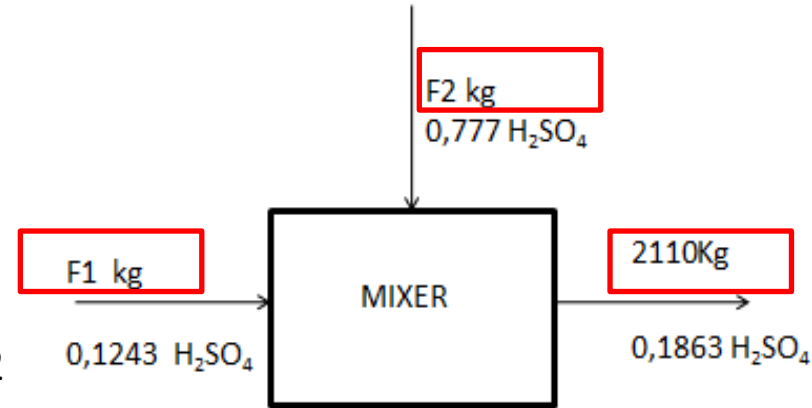
- Buat Neraca Total

$$F1 + F2 = 2110 \text{ kg} \quad (1)$$

- Buat Neraca komponen H_2SO_4

$$0,1243 F1 + 0,777 F2 = 0,1863 \times 2110 \quad (2)$$

- Selesaikan persamaan (1) dan (2) secara substitusi untuk memperoleh nilai F1 dan F2



dari persamaan (1)

$$F2 = 2110 - F1, \text{ substitusikan ke pers (2)}$$

$$0,1243 F1 + 0,777 (2110 - F1) = 393,093$$

$$0,1243 F1 + 1.639,47 - 0,777 F1 = 393,093$$

$$-0,6527 F1 = - 1246,377$$

$$F1 = 1909,57 \text{ kg H}_2\text{SO}_4 \text{ lemah}$$

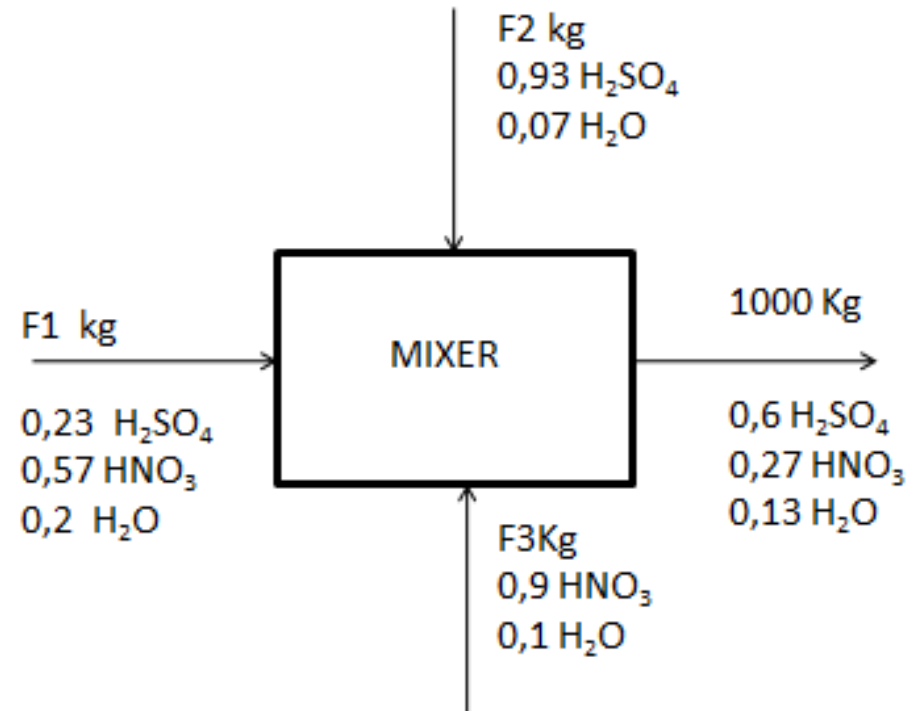
substitusikan nilai F1 ke pers (1)

$$F2 = 200,43 \text{ kg H}_2\text{SO}_4 \text{ pekat}$$



CONTOH SOAL UNTUK 3 ALIRAN UMPAN:

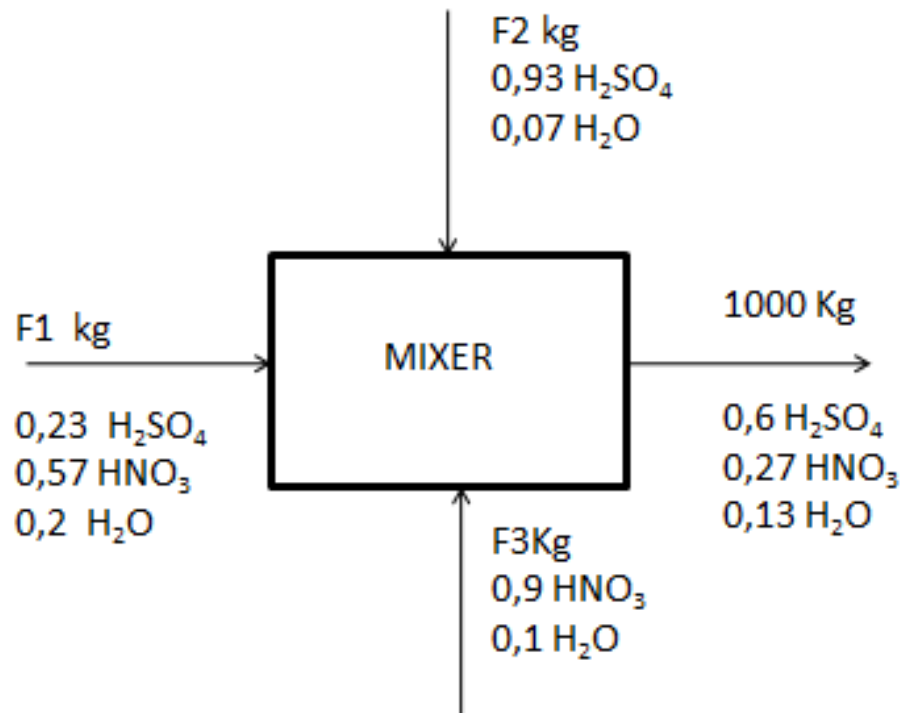
Asam bekas dari proses nitrasi mengandung 23% HNO_3 , 57% H_2SO_4 dan 20% H_2O (% berat). Asam ini akan dipekatkan lagi sampai menjadi 27% HNO_3 , 60% H_2SO_4 dan 13 % H_2O dengan cara menambahkan asam sulfat pekat 93 % dan asam nitrat pekat 90 %. Berapa asam bekas dan asam pekat yang diperlukan per jam untuk menghasilkan 1000 kg/Jam asam yang diinginkan.



Penyelesaian:

Tentukan F1, F2 dan F3

Tentukan F1, F2 dan F3



NERACA TOTAL

$$F1 + F2 + F3 = 1000$$

$$F1 = 1000 - F2 - F3 \quad (1)$$

Neraca H_2SO_4

$$0,23F1 + 0,93F2 = 600 \quad (2)$$

Neraca HNO_3

$$0,57F1 + 0,9F3 = 270 \quad (3)$$

Substitusi persamaan (1) ke persamaan (2) dan persamaan (3)

$$0,7F2 - 0,23F3 = 370 \quad (4)$$

$$0,33F3 - 0,57F2 = -300 \quad (5)$$

Persamaan (5) dirubah menjadi:

$$F3 = (0,57F2 - 300)/0,33$$

substitusikan ini ke persamaan (4)

Maka diperoleh:

$$F2 = 531,5791 \text{ kg}; F3 = 9,15378 \text{ kg};$$

$$F1 = 459,2671 \text{ kg}$$

SOAL

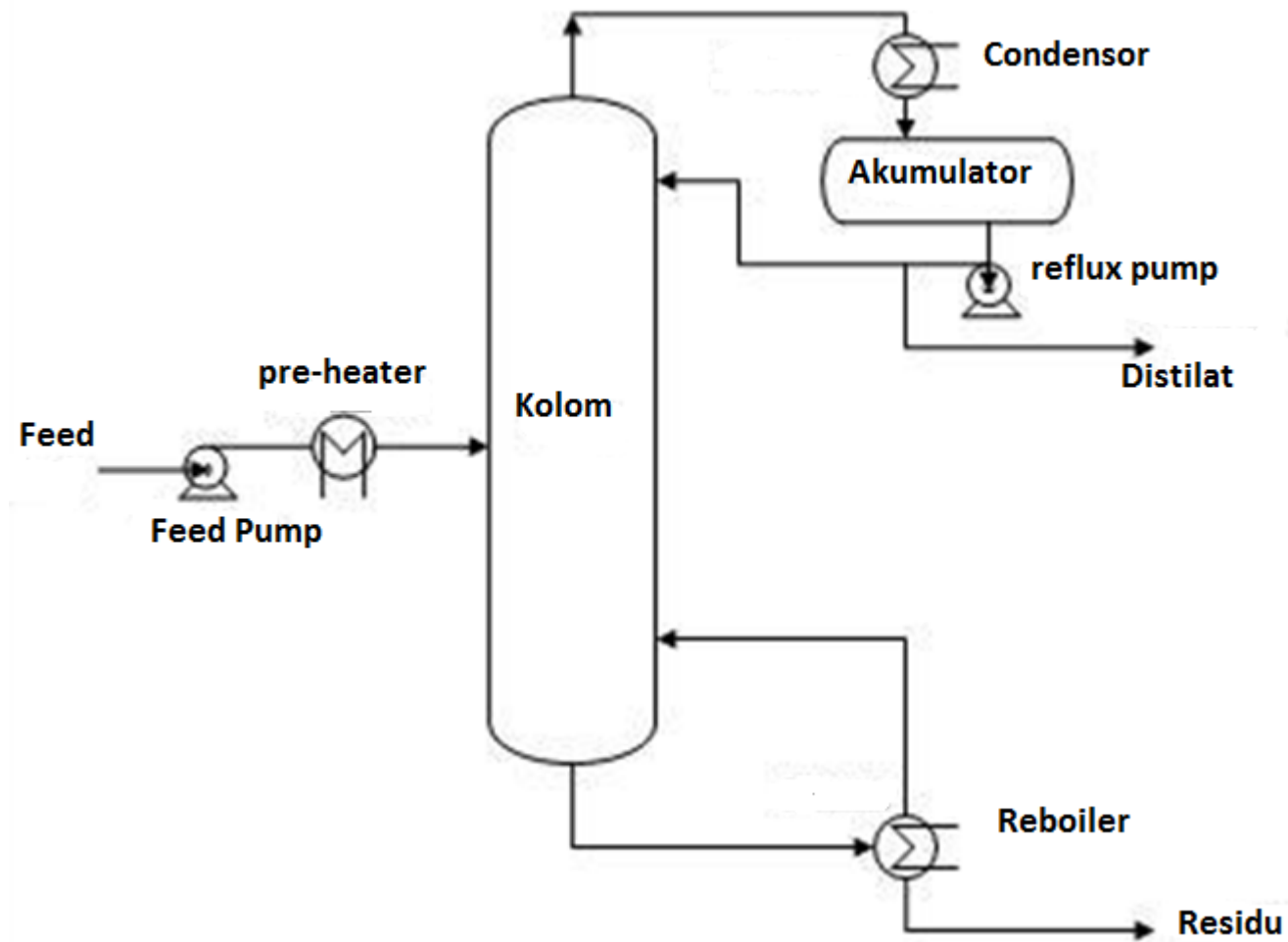


Larutan selulosa mengandung 52 % selulosa. Berapa kg larutan selulosa 12 % yang diperlukan untuk mengencerkan larutan dari 52 % menjadi 42 % sebanyak 100 kg.

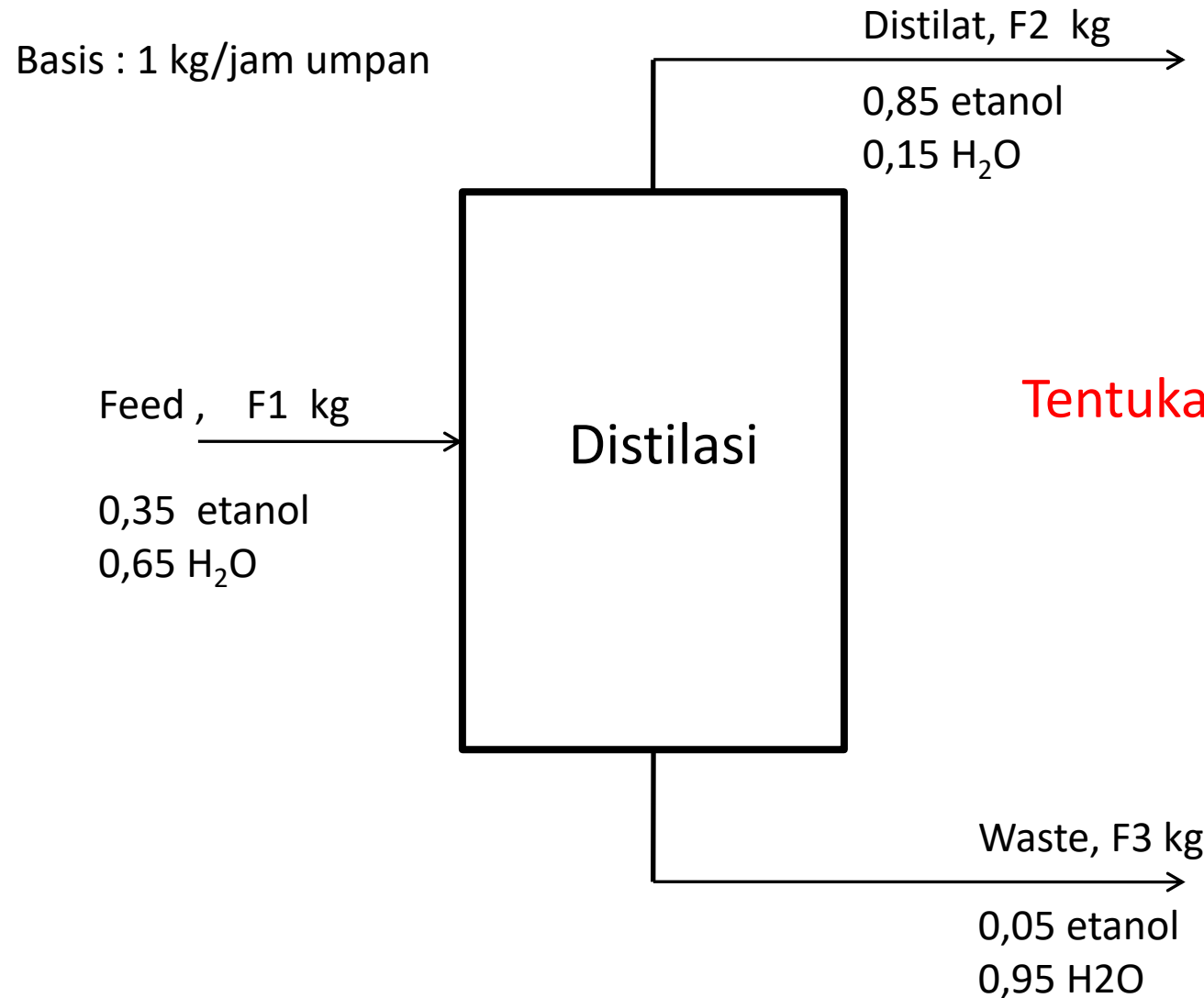
Penyelesaian:

$$F1 = 75 ; F2 = 25$$

Neraca Massa Pada Kolom Distilasi



Contoh Kasus Pada Kolom Distilasi



Tentukan: F2 dan F3

Tentukan: F_2 , F_3

Penyelesaian:

Neraca Massa Total:

$$F_1 = F_2 + F_3$$

$$1 = F_2 + F_3 \rightarrow F_3 = 1 - F_2 \quad (1)$$

Neraca Massa Komponen etanol:

$$(0,35)(1) = (0,85)F_2 + (0,05)F_3$$

$$0,35 = 0,85F_2 + 0,05F_3 \quad (2)$$

substitusi persamaan (1) ke pers (2:

$$0,35 = 0,85F_2 + 0,05(1 - F_2)$$

$$0,3 = 0,8F_2$$

Diperoleh: $F_2 = 0,375$ kg distilat dan $F_3 = 0,625$ kg waste

Basis : 1 kg/jam umpan

Feed, F_1 kg

0,35 etanol
0,65 H_2O

Distilasi

Distilat, F_2 kg

0,85 etanol
0,15 H_2O

Waste, F_3 kg

0,05 etanol
0,95 H_2O

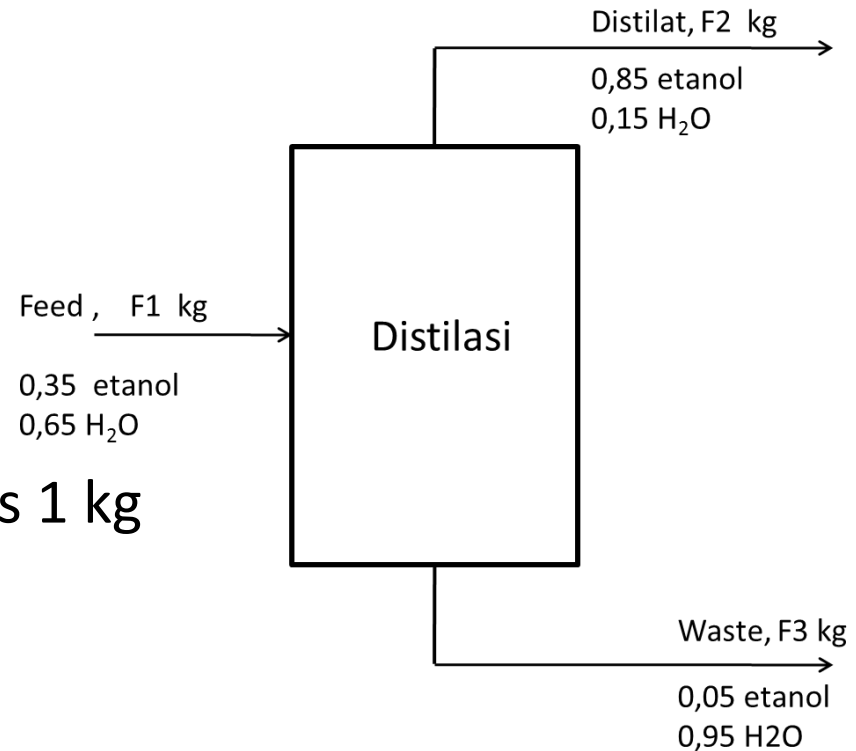
Basis : 1 kg/jam umpan

FAKTOR PENGALI???

Dari hasil perhitungan dengan basis 1 kg umpan diperoleh:

$F_2 = 0,375$ kg distilat

$F_3 = 0,625$ kg waste



Jika diinginkan kapasitas Overhead produk sebesar 3,75 ton/jam. Tentukan berapa kebutuhan umpan F1

FAKTOR PENGALI = KAPASITAS/BASIS

Dari hasil perhitungan dengan basis umpan 1 kg/jam
Diperoleh produk overhead F2 = **0,375 kg distilat**

Jika diinginkan kapasitas Overhead produk sebesar 3,75ton/jam.

$$\text{FAKTOR PENGALI} = 3.750 \text{ kg} / 0,375 \text{ kg} = 10.000$$

Maka kebutuhan Aktual umpan F1 = 1 kg x 10.000 = 10.000 kg/jam

CONTOH SOAL:

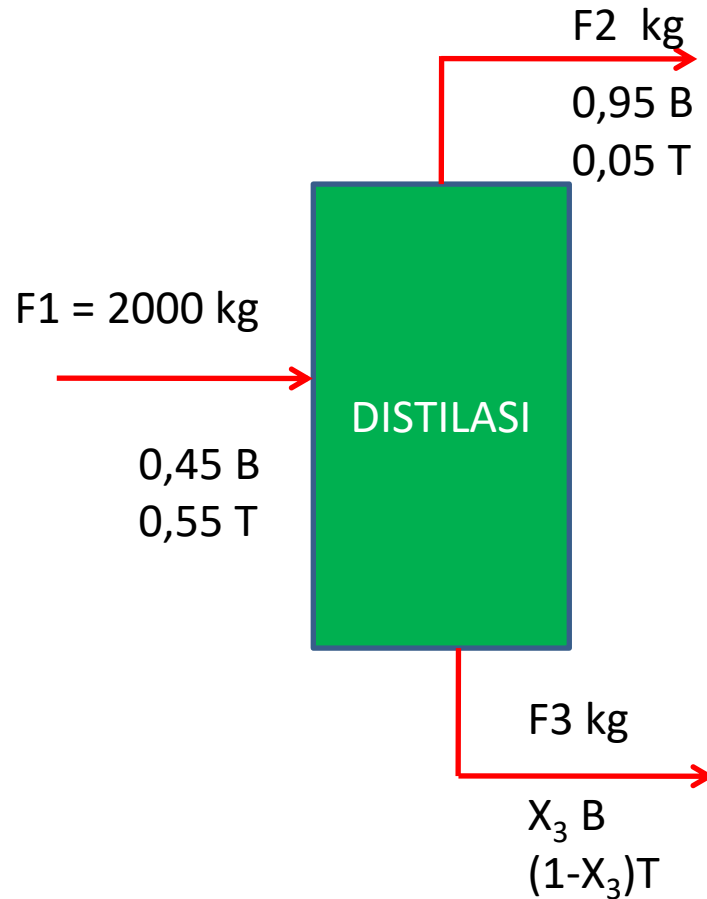
Sebuah campuran mengandung 45 % benzena (B) dan 55 % Toluena (T) dalam % berat. Dipisahkan di dalam sebuah kolom distilasi dimana overhead stream (top produk) terdiri dari 95wt % B, dimana 8 % dari benzen umpan keluar dari bottom kolom.

Umpan kolom sebesar 2000 kg/jam campuran.

Tentukan:

- Diagram alir proses
- Laju aliran produk overhead (kg/jam)
- Laju aliran benzena dan toluena pada bottom kolom distilasi (kg/jam)

Penyelesaian: Basis 1 jam operasi



Informasi dari soal untuk Benzena:

$$0,08 \times 0,45 \times 2000 = x_3 \cdot F_3, \text{ maka}$$

$$72 = x_3 \cdot F_3 \quad (1)$$

Neraca Total

$$2000 = F_2 + F_3 \quad (2)$$

Neraca Benzena:

$$0,45 \times 2000 = 0,95 F_2 + x_3 F_3$$

$$900 = 0,95 F_2 + x_3 F_3 \quad (3)$$

Subtitusikan pers (1) ke (3)

$$900 = 0,95 F_2 + 72$$

$$F_2 = 871,579 \text{ kg} \quad \text{subt. ini ke (2)}$$

$$F_3 = 2000 - 871,579$$

$$= 1.128,421 \text{ kg}$$

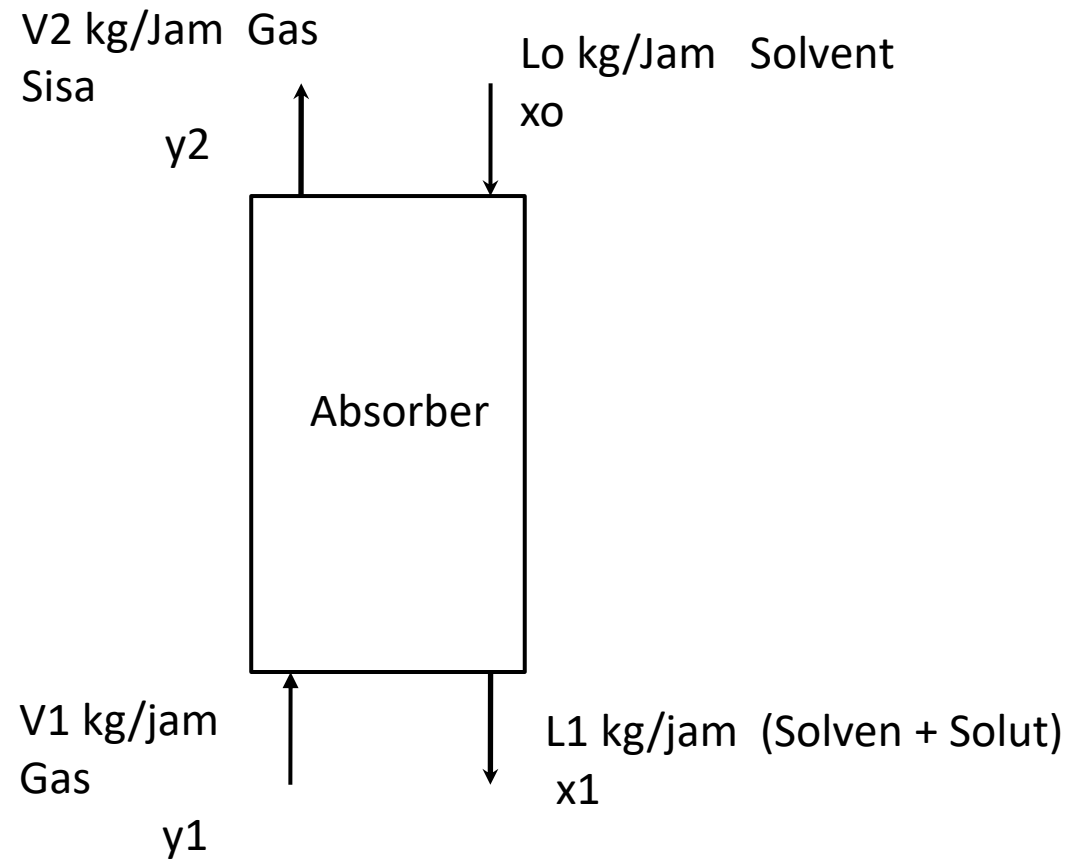
Maka pada bottom:

$$\text{Benzena} = 72 \text{ kg}$$

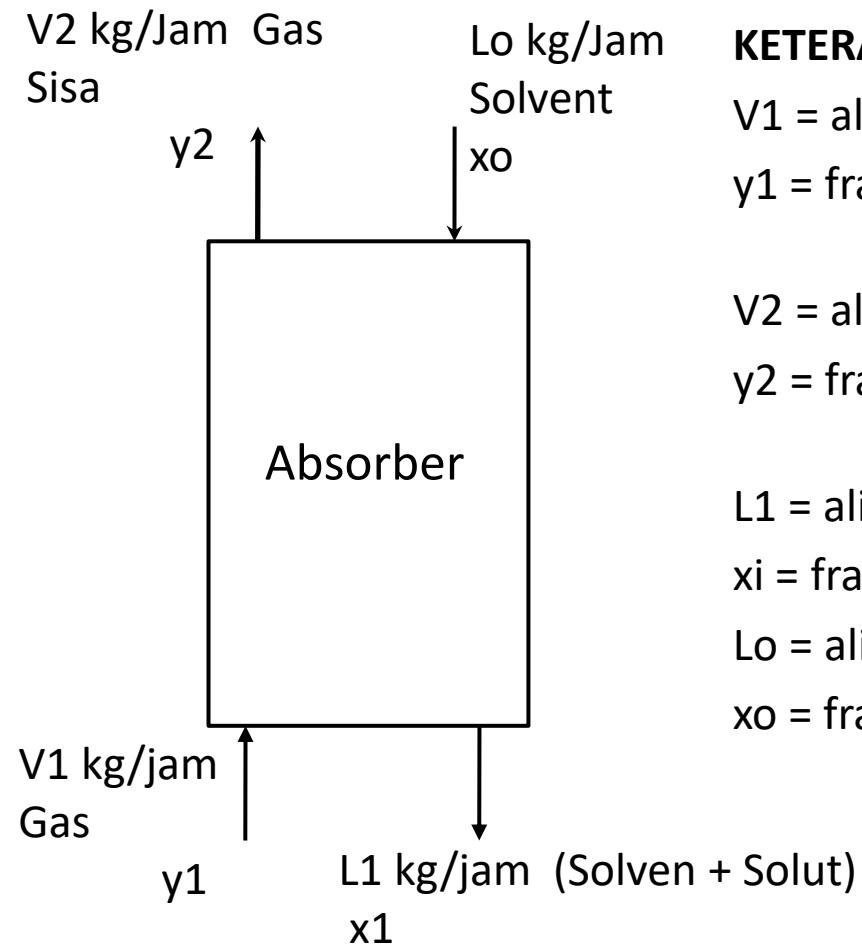
$$\text{Toluena} = 1.128,421 - 72 = 1.056,421 \text{ kg}$$

NERACA MASSA PADA KOLOM ABSORBER

Neraca Massa Pada Kolom Absorber



Konsep Neraca Massa Pada Kolom Absorber



KETERANGAN GAMBAR

$V1$ = aliran gas umpan

y_1 = fraksi solute yang akan diabsorb yang terdapat dalam $V1$

$V2$ = aliran gas yang tdk terserap

y_2 = fraksi solut yang tdk terserap yang terdapat dalam $V2$

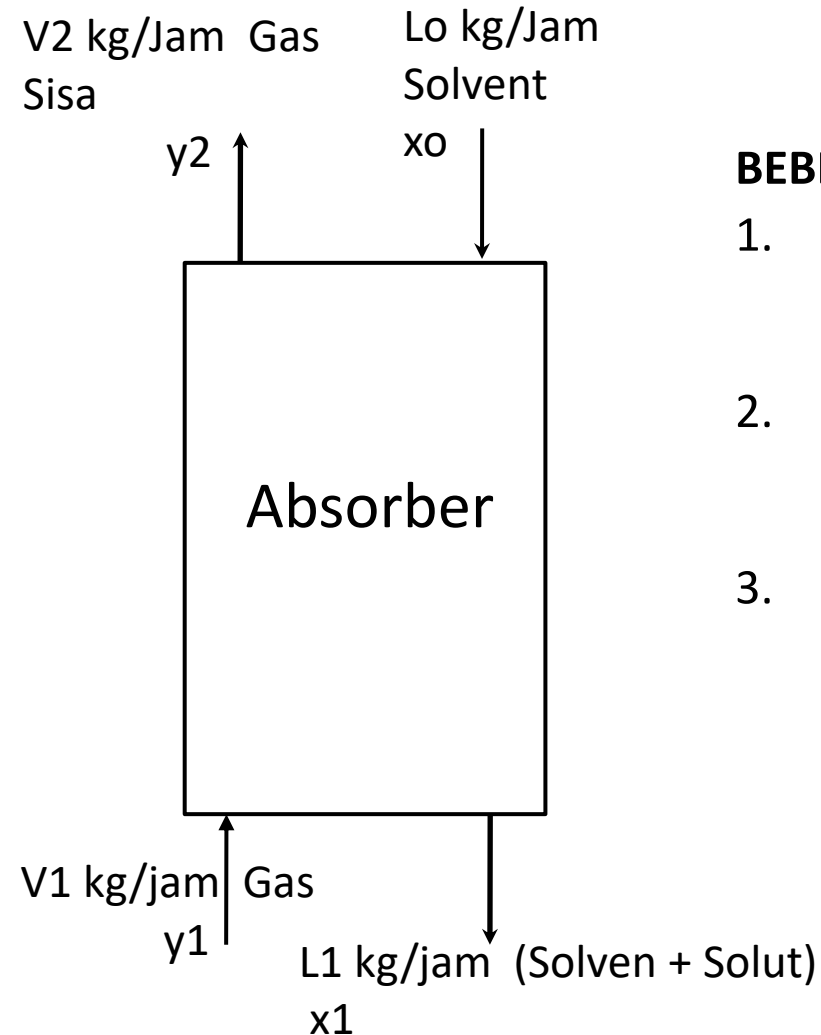
$L1$ = aliran solven yang menyerap solute

x_1 = fraksi solute yang terdapat dalam $L1$

Lo = aliran liquid solvent

x_o = fraksi solute yang mungkin terdapat dalam solven

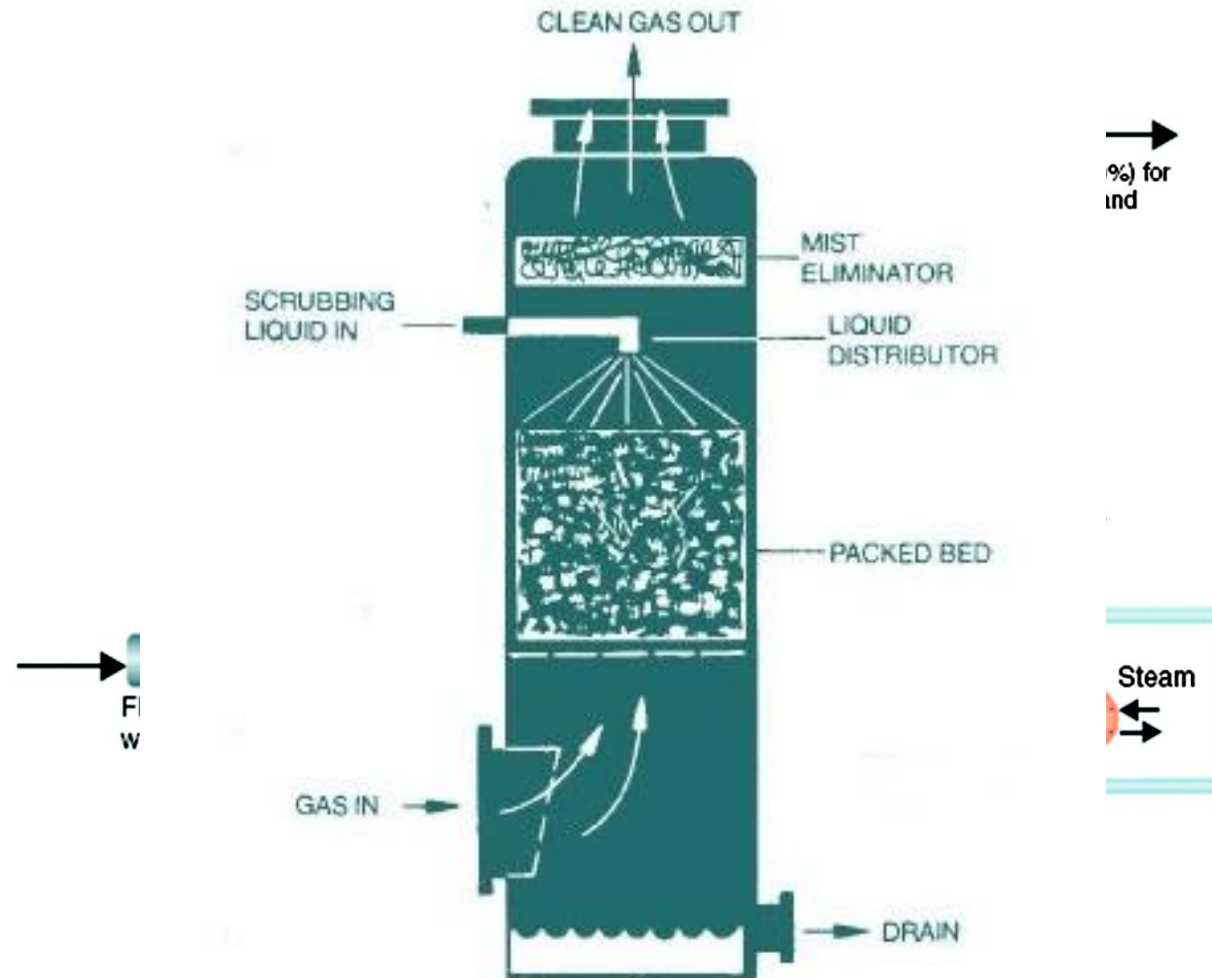
Konsep Perhitungan Neraca Massa Pada Kolom Absorber



BEBERAPA ASUMSI

1. $x_0 = 0$, Untuk proses pemisahan solven dan solute pada alat selanjutnya sempurna
2. Solven hanya menyerap 1 komponen saja dari campuran gas tidak yang lainnya
3. Jika tidak ada informasi, maka rasio massa atau rasio mol antara solven dan gas campuran 2:1

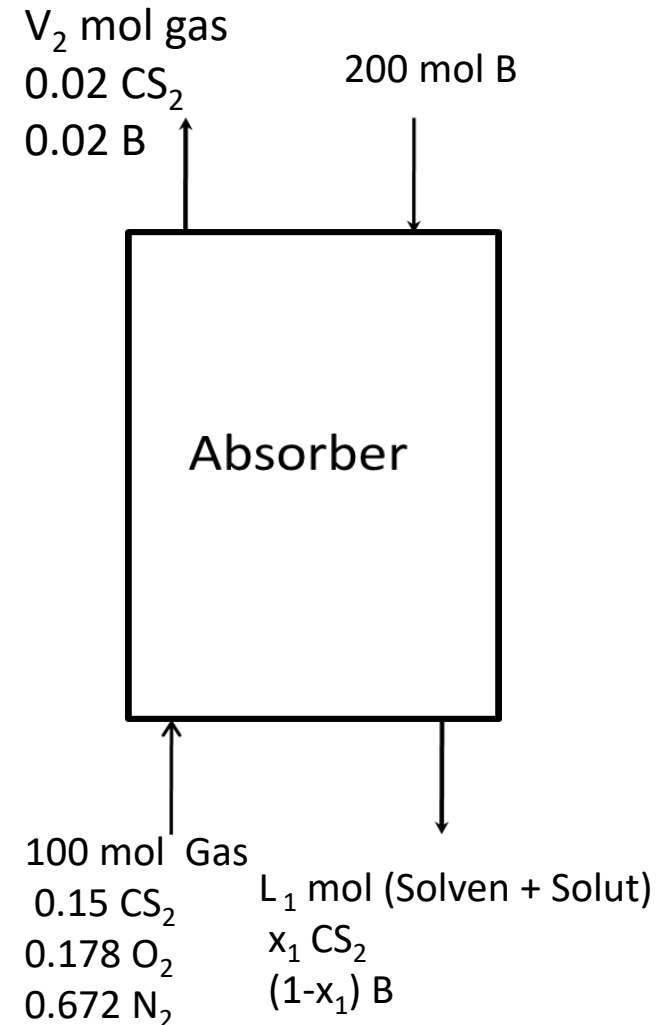
KONTAK GAS-ABSORBERTYPEN



Contoh: Neraca Massa Pada Absorber

Karbondisulfida direcovery dari campuran gas yang terdiri dari 15% mol CS_2 , 17,8 % O_2 , dan 67,2 % N_2 . gas diumpankan secara kontinyu ke dalam menara absorber dari dasar kolom dimana kontak secara berlawanan arah dengan liquid benzen (B) yang hanya menyerap CS_2 namun tidak O_2 maupun N_2 . benzen diumpankan ke dalam kolom dengan rasio 2:1 terhadap gas umpan. Sebagian kecil benzen cair yang masuk ke kolom akan menguap dan meninggalkan puncak kolom. Gas yang meninggalkan kolom terdiri dari 2% CS_2 dan 2% benzen. Untuk basis 100 mol/jam gas umpan. Tentukan:

- Gambar Diagram proses
- Hitung mol fraksi CS_2 pada aliran outlet
- Buatkan tabel neraca massa jika ingin dihasilkan 15 kg/jam CS_2 yang keluar dari bottom absorber yang terlarut dalam solven.



Basis 100 mol umpan gas

Maka: Benzen umpan
= 200 mol

Petunjuk!!

1. Gunakan Neraca Total
2. Gunakan neraca udara
3. Gunakan Neraca Benzen

$$\begin{aligned}\text{Neraca Total: } 200 + 100 &= V_2 + L_1 \\ 300 &= V_2 + L_1 \quad (1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Neraca udara : } 0,85 \times 100 &= 0,96V_2 \\ V_2 &= 88,54167\end{aligned}$$

$$\text{Subtitusikan } V_2 \text{ ke (1)} \rightarrow L_1 = 211,458$$

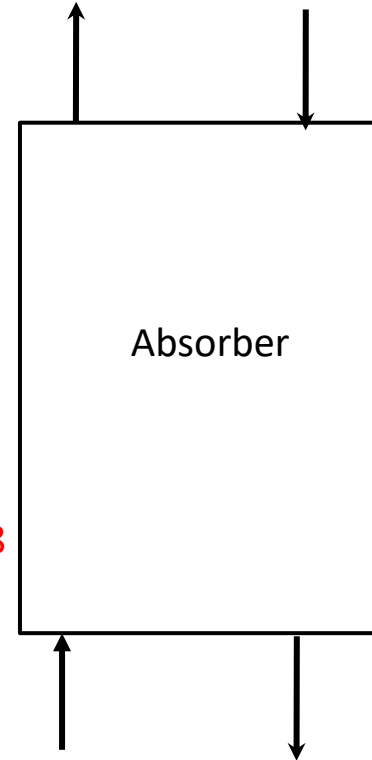
Neraca Benzen:

$$200 = 0,02V_2 + (1-x_1)L_1 \quad (2)$$

$$\begin{aligned}\text{Subtitusikan nilai } V_2 \text{ dan } L_1 \text{ ke (2)} \\ x_1 &= 0,0626\end{aligned}$$

V_2 mol gas
0.02 CS₂
0.02 B

F2 = 200 mol B



F1 = 100 mol Gas
0,15 CS₂
0,178 O₂
0,672 N₂

L_1 mol (Solven + Solut)
 x_1 CS₂
 $(1-x_1)$ B

Menghitung Massa Outlet Bottom:

Massa CS₂ pada outlet

$$\begin{aligned}\text{bottom kolom} &= x_1 \cdot L_1 \\ &= 0,0626 \times 211,458 = 13.237 \text{ mol} \\ &= 13,237 \text{ mol} \times 76 \text{ g/mol} \\ &= 1.006,012 \text{ g} = 1 \text{ kg} \\ &\text{CS}_2 \text{ yang dapat diabsorb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Benzen} &= 211,458 - 13,237 \\ &= 198,221 \text{ mol}\end{aligned}$$

Menghitung Mol di puncak kolom

$$\begin{aligned}\text{CS}_2 &= 15 - x_1 L_1 = 0,0626 \times 211,458 \\ &= 15 - 13,237 = 1,763 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{B} &= 200 - (1-x_1)L_1 \\ &= 200 - 198,22 = 1,78 \text{ mol}\end{aligned}$$

Tabel Neraca Massa Dengan Basis Umpan Absorber 100 mol Gas/jam

Senyawa	Input		Output	
	F1	F2	V2	L1
	mol	mol	mol	mol
CS ₂	15.00	0	1.7630	13.237
Udara (O ₂ + N ₂)	85	0	85	0
Benzen	0	200	1.780	198.220
SUB TOTAL	100.00	200.00	88.543	211.4570
TOTAL	F1+F2 = 300.00		V2+L1 = 300.00	

Menentukan angka faktor pengali:

Dengan basis 100 kmol umpan Gas dihasilkan 13,237 mol x 76 g/mol
= 1 kg = CS₂

Kapasitas yang diinginkan = 15 kg/jam CS₂

FP = 15 kg / 1 kg = 15

Tabel Neraca Mol Dengan kapasitas CS₂ 15 kg /jam yang diserap pada bottom kolom

(note: untuk alat tanpa reaksi kimia maka neraca mol = neraca massa)

Senyawa	Input		Output	
	F1	F2	V2	L1
	mol	mol	mol	mol
CS2	225	0	26,445	198,555
Udara (O ₂ + N ₂)	1275	0	1275	0
Benzen	0	3000	26,7	2973,3
SUB TOTAL	1500	3000	1328,145	3171,855
TOTAL	F1+F2 = 4500		V2+L1 = 4500	

SOAL

Sebuah proses ingin memisahkan senyawa CO_2 dari Campuran gas Etilen, H_2 , dan CO_2 menggunakan alat Absorber. Umpan gas masuk dari dasar menara absorber terdiri dari 11% CO_2 (% berat). Digunakan solven MEA untuk menyerap solute yang mengalir berlawanan arah dengan campuran gas, dimana hampir semua solut terlarutkan namun tidak sama sekali komponen lainnya. Perbandingan solven terhadap umpan gas adalah 1.5:1.

Solven yang mengikat solut yang keluar dari dasar kolom lalu diumpankan ke dalam kolom separator untuk memisahkan solut dan solven. Solven dan solut terpisah sempurna karena perbedaan fase. Tentukan:

- Diagram proses untuk basis 1000 kg/jam CO_2 yang keluar dari bottom absorber yang terlarut dalam solven.
- Berapa % recovery solut jika pada puncak kolom absorber yang keluar terdapat 1 % solut dan 0, 1% solven.
- Berapa Fraksi Solven yang hilang
- Tentukan Jumlah solven yang keluar dari dasar kolom distilasi.

THANK YOU