

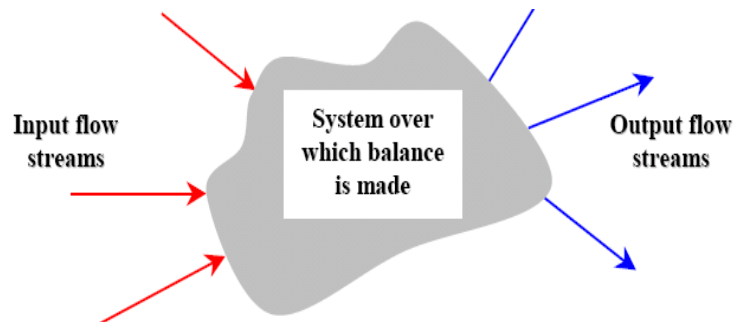
BAB II NERACA MASSA

PENYUSUNAN DAN PENYELESAIAN NERACA MASSA

KONSEP NERACA MASSA = persamaan yang disusun berdasarkan hukum kekekalan massa (law conservation of mass), yaitu "mass can neither be created or destroyed".

Persamaan umum neraca massa untuk suatu sistem proses :

Kec. Masuk ke dalam sistem	-	Kec. Keluar dari sistem	+	Kec. Yang dibangkit- kan sistem	-	Kec. Yang terkonsum- si oleh sistem	=	Kec. yang terakumula- si dalam sistem
-------------------------------------	---	----------------------------------	---	---------------------------------------	---	--	---	--



Satuan di setiap arus adalah satuan massa atau mol atau (massa/waktu atau mol/waktu).

Satuan di setiap kotak atau suku di atas harus sama semua.

Bayangkan, bisakah 5 cm - 5 gram =?

Akumulasi adalah perubahan massa terhadap waktu.

Untuk proses Steady state maka akumulasi = 0.

Untuk proses USS maka akumulasi tidak sama dengan nol.

Untuk proses fisis SS, maka kec masuk – kec keluar = 0.

Untuk proses kimia SS, maka akumulasi = 0.

Dalam menyusun neraca massa, perlu disebutkan "apa yang dineracakan" dan "dimana neraca disusun".

Neraca massa dapat disusun untuk :

1. neraca massa total atau campuran.
2. neraca massa komponen tertentu.
3. neraca massa unsur atau elemen tertentu.

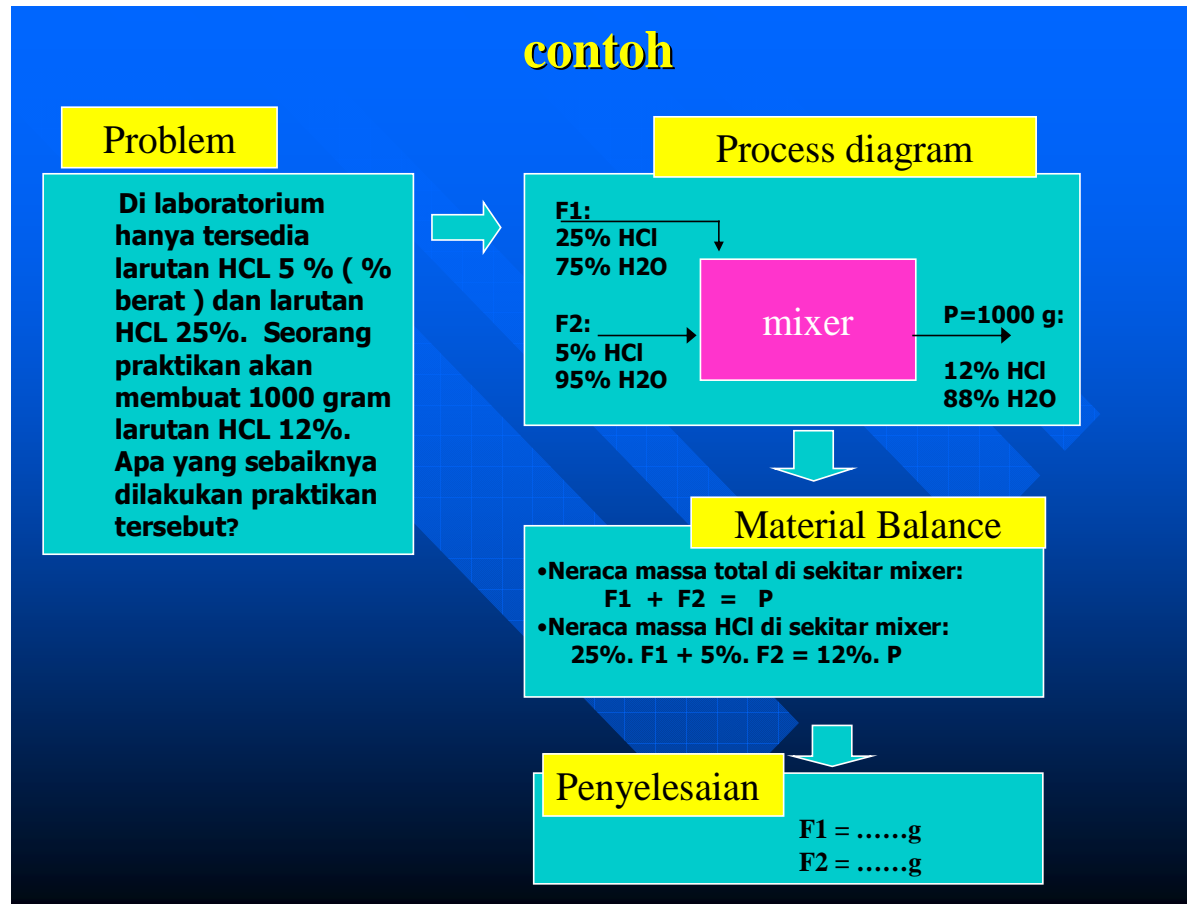
Langkah-langkah penyusunan dan penyelesaian NM dan NP :

1. Membuat diagram alir proses, lengkapi dengan data-data :
 - a. kualitatif dan kuantitatif yang tersedia.
 - b. Kondisi arus masuk dan keluar sistem.
2. Tandai variabel aliran yang tidak diketahui pada diagram alir.
Buatlah permisalan variabel.

3. Menentukan basis perhitungan.
Pilihlah suatu laju alir proses sebagai basis perhitungan. Basis perhitungan dapat diambil berdasarkan banyaknya bahan yang masuk atau berdasarkan bahan keluar system.
Basis perhitungan dapat dinyatakan dalam satuan berat atau satuan mol.
Jika terjadi proses kimia dalam sistem yang ditinjau, lebih mudah bila basis perhitungan menggunakan satuan mol.

Jika terjadi proses fisis, basis perhitungan dapat menggunakan satuan berat atau satuan mol.
4. Konversikan laju alir volumetrik menjadi laju alir massa atau molar.
Jika terdapat proses kimia (reaksi), perhitungan menggunakan satuan molar, sedangkan proses fisis dapat menggunakan satuan massa atau molar.
5. Susunlah persamaan NM / NP.
Dalam menyusun neraca, perlu disebutkan apa yang dineracakan dan dimana neraca itu disusun.
Persamaan neraca dapat disusun untuk : sebuah unit saja, multi unit, atau unit keseluruhan (overall).
6. Selesaikan persamaan NM / NP .

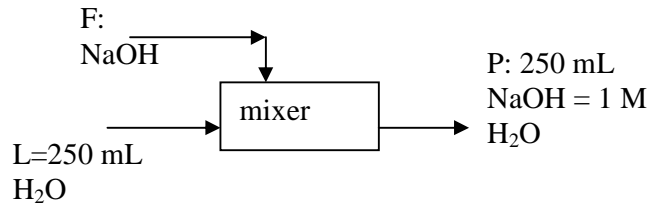
Contoh 1:



Contoh 2: Ingin dibuat larutan NaOH 1 M sebanyak 250 mL dari kristal NaOH. Berapa gram NaOH yang seharusnya dilarutkan dengan akuades sampai 250 mL?

Penyelesaian:

a. Skema diagram alir:



b. Penyetaraan satuan (ingat satuan NM adalah massa atau mol)

$$1M \text{ NaOH} = \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ liter campuran}} = \frac{(1 \times \text{BM NaOH}) \text{ gram NaOH}}{1 \text{ liter campuran}}$$

dalam 0,25 L :

$$1M \text{ NaOH} = 1 \times (\text{BM NaOH}) \times 0,25L = 0,25 \text{ BM NaOH gram NaOH}$$

c. Neraca Massa NaOH di sekitar mixer: (lihat gambar di atas)

$$\begin{array}{l} \text{NaOH input} = \text{NaOH output} \\ \text{F} = 0,25 \cdot \text{BM}_{\text{NaOH}} \\ \text{gram NaOH dalam input} \qquad \qquad \text{gram NaOH dalam output} \end{array}$$

d. Kesimpulan

Jadi dibutuhkan 10 gram NaOH.

SOAL LATIHAN NERACA MASSA TANPA REAKSI KIMIA SINGLE UNIT

- Ingin dibuat larutan KMnO_4 0,5 M sebanyak 500 mL dari kristal KMnO_4 . Berapa gram KmnO_4 yang seharusnya dilarutkan dalam akuades sampai 500 mL?
- Di laboratorium hanya tersedia larutan HCL 5 % (% berat) dan larutan HCL 25%. Seorang praktikan akan membuat 1000 gram larutan HCL 12%. Apa yang sebaiknya dilakukan praktikan tersebut?
- Ingin dibuat dua ribu Kg 5% slurry Ca(OH)_2 dalam air dari pengenceran 20% slurry. Hitung kebutuhannya.
- Adesiv cair, yang digunakan untuk merekatkan papan berlaminasi, terdiri atas campuran polimer dan pelarutnya. Pemasok adesiv mendapat pesanan berupa 3000 Kg adesiv yang berisi 13% polimer (%berat). Pemasok memiliki stok :
 - 500 Kg adesiv 10%.
 - Larutan 20% adesiv yang sangat melimpah.
 - Pelarut murni.

Jika pemasok ingin menggunakan semua stok yang ada, tentukan kebutuhan masing-masing larutan. (Adesiv 10% digunakan semua).

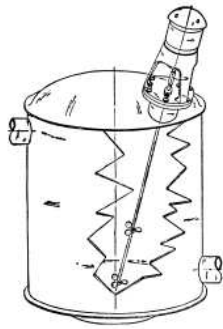
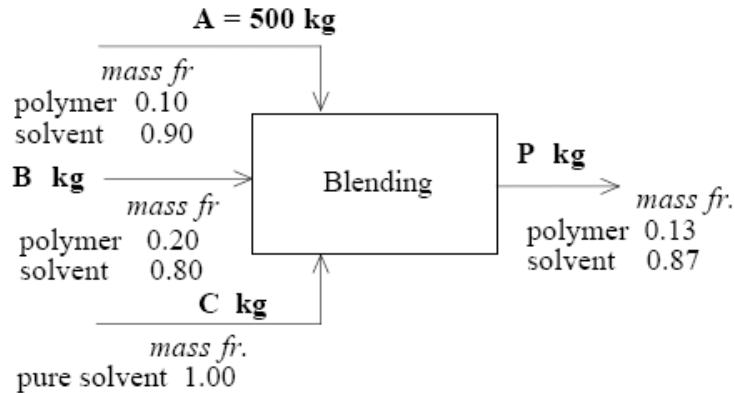


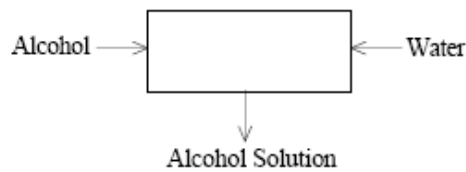
Fig. 7a. Mixing tank and agitator (courtesy of Mixing Equipment Co.)



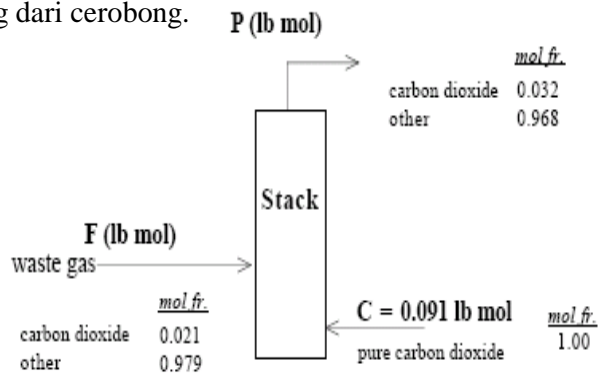
Fig. 7b. Impeller and motor for a mixing tank



5. Jika pada suhu 20°C, satu liter etanol dengan densitas 0,789 g/cc dicampur dengan 1 L akuades berdensitas 0,998 g/cc, berapa kg campuran yang dihasilkan?



6. Pipa arus CO₂ disambung dengan pipa arus udara. Kecepatan fluida dalam pipa CO₂ adalah 10 Kg/j. Fluida dalam pipa udara berisi 0,03% mol CO₂. Pada suatu tempat yang jaraknya cukup jauh dari titik penyambungan itu diambil sample. Hasil analisis menunjukkan kadar CO₂ dalam sample adalah 0,45% mol. Tentukan kecepatan arus udara.
7. Anda diminta mengukur kecepatan gas buang yang keluar melalui cerobong (stack). Gas buang masuk cerobong berisi 2,1% CO₂. Gas CO₂ murni diinjeksikan melalui bagian bawah cerobong dengan kecepatan 4 lb/menit. Konsentrasi CO₂ dalam gas keluar dapat diukur yaitu 3,2%. Tentukan kecepatan gas yang dibuang dari cerobong.



8. Suspensi susu berisi air 50%. Agar diperoleh susu bubuk, maka air dalam suspensi ini harus dikurangi, yaitu dengan menguapkan air dalam alat pengering. Suspensi susu diumpankan ke dalam suatu alat pengering sembur. Ternyata produk yang dihasilkan berisi air 10%. Berapa banyak air yang teruapkan setiap 100 Kg/jam suspensi susu yang diumpankan, dan berapa % air dalam suspensi itu yang teruapkan.
9. Buah segar nenas berisi 15% padatan dan 85% air. Untuk membuat selai nenas, nenas segar dihancurkan dan kemudian ditambah gula dengan rasio nenas : gula = 45 : 55. Campuran itu selanjutnya dipanaskan untuk menguapkan airnya, sehingga diperoleh selai dengan kadar air menjadi 35 %. Berapa Kg buah nenas dan Kg gula yang dibutuhkan untuk membuat 1 kg selai nenas?
10. Gas berisi H_2 , N_2 dan H_2O dengan komposisi yang sama. Diinginkan air di dalam gas tersebut dihilangkan dengan cara melewatkan gas tersebut ke dalam menara yang berisi tumpukan $CaCl_2$ padat (berbentuk pellet). Ternyata H_2O yang terjerap adalah 97% dari H_2O dalam gas tersebut. Diketahui mula-mula pellet $CaCl_2$ kering dan beratnya 2 Kg. Setelah beroperasi selama 10 jam, semua pellet ditimbang dan ternyata beratnya 2,21 Kg. Tentukan mol/jam gas umpan dan fraksi mol gas keluar menara.
11. Seorang mahasiswa melakukan percobaan adsorpsi. Seratus mL larutan asam asetat dikontakkan dengan 50 gram arang aktif, sehingga ada perpindahan massa asam asetat ke dalam arang aktif sedangkan air tidak terjerap. Mula-mula asam asetat dalam larutan 0,5 M, setelah satu jam dikontakkan dengan arang aktif, konsentrasi asam asetat dalam larutan menjadi 0,4 M. Tentukan banyaknya asam asetat yang terjerap dalam arang aktif (dinyatakan dalam mol asam asetat setiap gram arang aktif).
12. Susu skim diproduksi dengan menghilangkan lemak dalam susu segar. Diinginkan susu skim berisi 90,5% air, 3,5% protein, 5,1% karbohidrat, 0,1% lemak dan 0,8% abu. Hketahui lemak dalam susu adalah 4,5%. Hitung komposisi susu segar jika hanya lemak yang dapat dipisahkan dalam pemisah lemak.
13. Mula-mula, suatu kristalizer berisi 6420 lb larutan Na_2SO_4 29,6% (%berat) bersuhu $104^\circ C$. Cairan itu didinginkan sampai $20^\circ C$ sehingga terbentuk kristal $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$. Cairan yang tertinggal (cairan jenuh=cairan induk=mother liquor) berisi 16,1% Na_2SO_4 . Tentukan berat cairan dan kristal yang terbentuk.

CRYSTALLIZATION

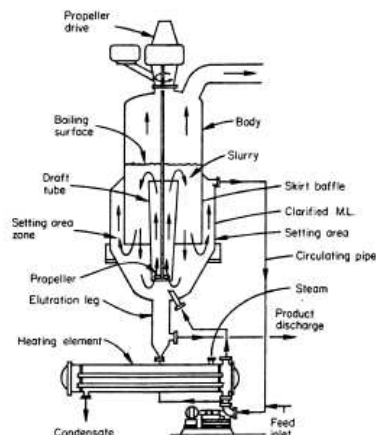


Fig. 10a. Continuous crystallizer (courtesy of Swenson Process Equipment). Fine crystals are brought from the bottom to the surface where the rate is higher.

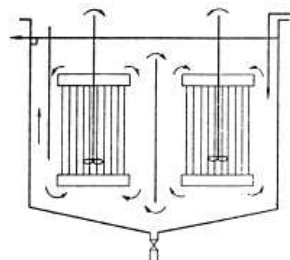


Fig. 10b. Batch crystallizer

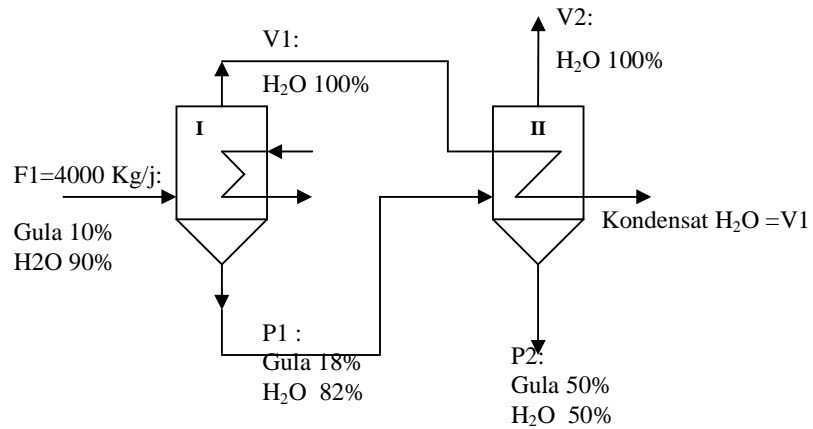
Contoh NERACA MASSA TANPA REAKSI KIMIA MULTI UNIT

Kasus: Dalam pembuatan gula tebu, 4000 Kg/j larutan gula 10% (% berat) diumpankan ke evaporator I yang menghasilkan larutan gula 18%. Larutan hasil evaporator I ini diumpankan ke evaporator II sehingga dihasilkan larutan gula 50%. Tentukan :

- Air yang teruapkan dari masing-masing evaporator,
- Larutan yang diumpankan ke evaporator II,
- Produk yang dihasilkan.

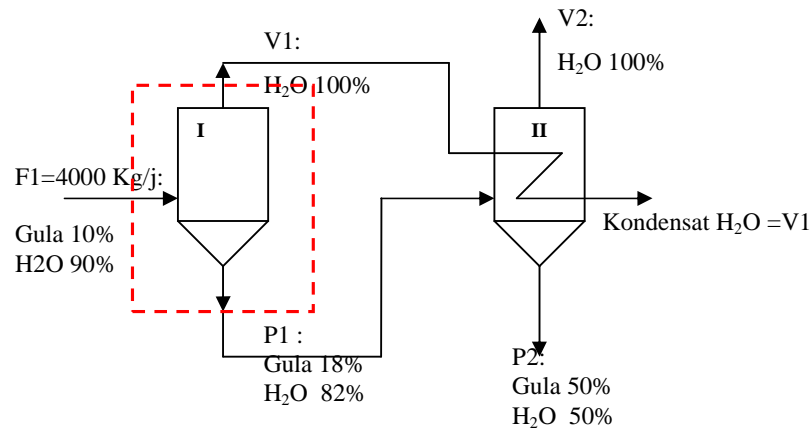
Penyelesaian:

a. Diagram alir :



Dicari: V1, V2, P1, dan P2.

b. Analisis NM di sekitar evaporator 1:



NM Gula:

$$F1 \cdot 10\% = 18\% \cdot P1$$

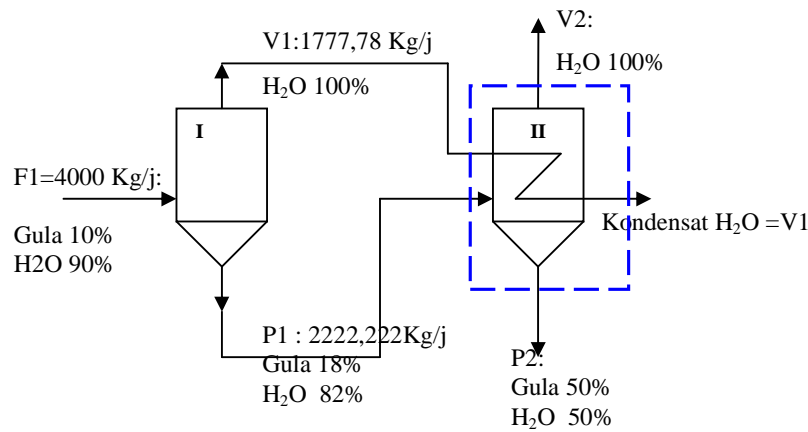
$$P1 = 4000 / 0,18 = 2222,222 \text{ Kg/j.}$$

NM total :

$$F1 = V1 + P1$$

$$V1 = 4000 - 2222,222 = 1777,78 \text{ Kg/j.}$$

c. Analisis di sekitar evaporator 2:



NM H₂O:

$$82\% \cdot P2 + V1 = 50\% \cdot P2 + V2 + V1$$

$$1822,222 = 0,5 P2 + V2 \quad (a)$$

NM total:

$$P1 + V1 = P2 + V1 + V2$$

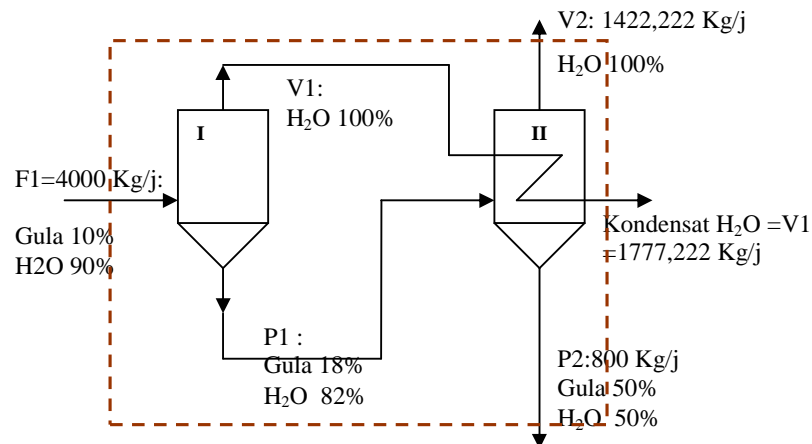
$$2222,222 = P2 + V2 \quad (b)$$

Dari persamaan (a) dan (b) diperoleh:

$$P2 = 800 \text{ Kg/j.}$$

$$V2 = 1422,222 \text{ Kg/j.}$$

d. cek: analisis NM di keseluruhan alat:



NM Total:

$$F1 = V2 + V1 + P2$$

$$4000 = 1422,222 + 1777,22 + 800$$

$$4000 = 3999,444 \text{ ----- perhitungan dianggap dapat benar.}$$

e. Kesimpulan:

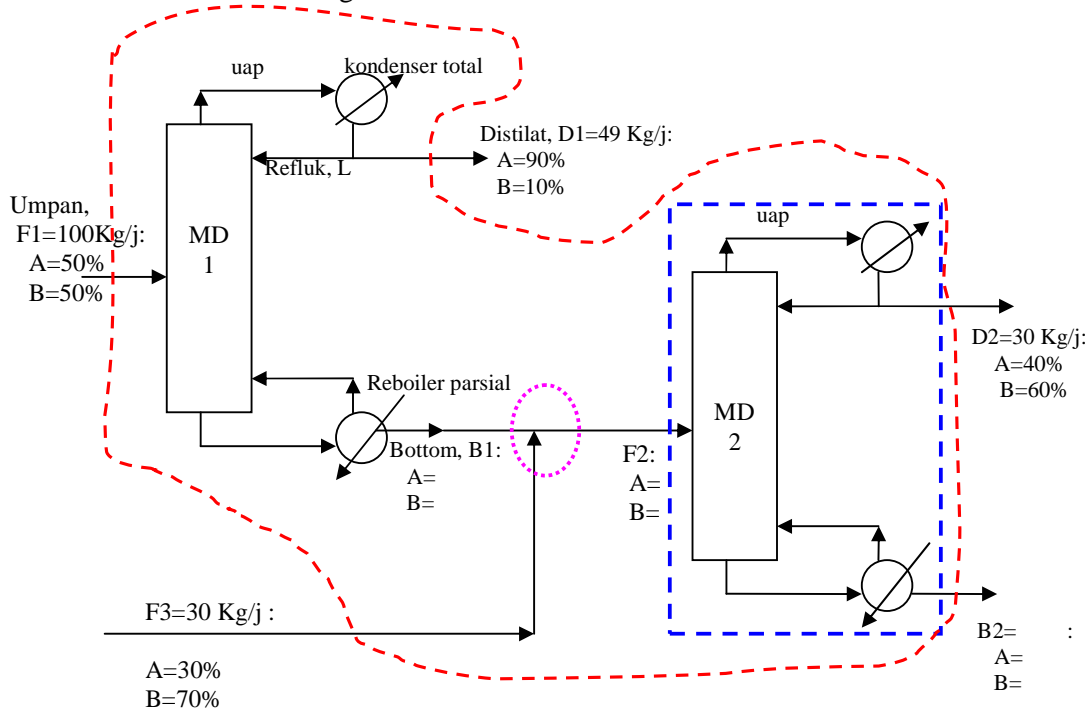
V1 =
 V2 =
 P1 =
 P2 =

SOAL LATIHAN NERACA MASSA TANPA REAKSI KIMIA MULTI UNIT

1. Suatu industri memisahkan campuran A dan B menggunakan distilasi. Umpan menara distilasi I berisi 50% A dan 50% B (% berat). Diinginkan distilat (hasil atas) menara distilasi I berisi 90% A. Sedangkan bottom (hasil bawah menara distilasi) I ini dicampur dengan fluida yang berisi 30% A dan 70% B. Campuran itu diumpkan ke menara distilasi II, sehingga diperoleh distilat berisi 40% A. Jika kecepatan umpan distilasi I adalah 100kg/j, distilat menara distilasi I adalah 49 Kg/j, fluida yang dicampur dengan botom distilasi I adalah 30 Kg/j, serta distilat menara distilasi II adalah 30 Kg/j, tentukan semua kecepatan arus dan komposisi arus lainnya.

Penyelesaian:

a. skema diagram alir:



b. Susun NM dan perhitungan.

Salah satu contoh penyusunan NM:

- b.1. NM Total di sekitar **keseluruhan alat**.
- b.2. NM A di sekitar **keseluruhan alat**.
- b.3. NM total di sekitar **MD2**.
- b.4. NM A di sekitar **MD2**.
- b.5. NM total di sekitar **mixer**.
- b.6. NM A di sekitar **mixer**.

c. kesimpulan:?

2. Sebuah triple effect evaporator didesain untuk mengurangi air pada larutan garam NaCL dari 25% (%berat) menjadi 3%. Jika rangkaian evaporator itu menghasilkan 14.670 lb/jam larutan NaCL 97%. Tentukan kecepatan umpan dan kecepatan air menguap di masing-masing evaporator. Data lain disajikan di gambar.

EVAPORATORS



Fig. 12a. Multiple effect vertical tube evaporators (courtesy of APV Crepaco Inc.)

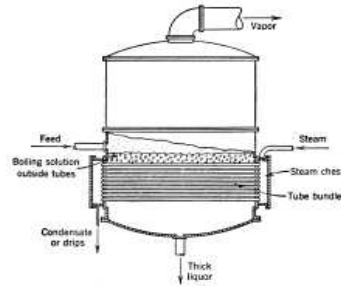
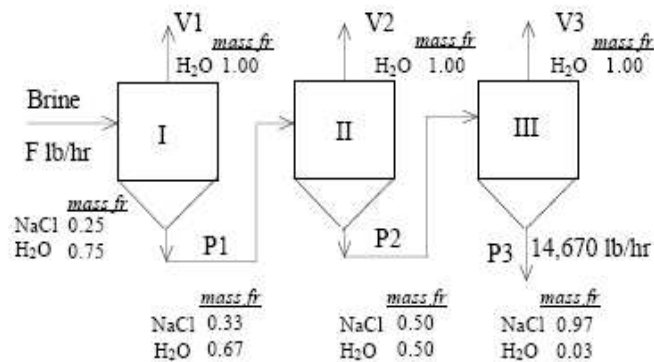


Fig. 12b. Cross-section of a single effect evaporator (courtesy of Swenson Process Equipment Co.)



4. Di stasiun pemekatan, larutan gula di suatu pabrik dipekatkan melalui 3 evaporator seri (produk evaporator I diumpkan ke evaporator II dan seterusnya). Diinginkan 10% air dalam umpan masing-masing evaporator dapat teruapkan. Larutan gula 10% diumpkan ke evaporator I dengan kecepatan 100 Kg/jam. Tentukan Kg/jam :
 - a. air yang teruapkan dari masing-masing evaporator.
 - b. larutan yang diumpkan ke evaporator II dan III.
 - c. produk yang dihasilkan.
5. Operasi pemekatan NaOH dilakukan dengan 2 langkah evaporasi (penguapan air). Mula-mula, 4000 Kg/jam larutan NaOH 10% (% berat) diumpkan ke evaporator I dan dihasilkan larutan NaOH 18%. Larutan hasil evaporator I ini diumpkan ke evaporator II sehingga dihasilkan larutan NaOH 50%. Tentukan:
 - a) Kecepatan air menguap di masing-masing evaporator
 - b) Kecepatan larutan yang diumpkan ke evaporator II,
 - c) Kecepatan produk dari evaporator II.

6. Biji kedelai berisi 18% minyak, 35% protein, 27,1% karbohidrat, 9,4% serat, dan 10,5% air. Minyak kedelai dipungut dari biji kedelai. melalui tahap-tahap sebagai berikut:
- biji digiling.
 - Biji yang telah hancur ditekan sehingga minyak dalam padatan menjadi 6%.
 - Ampas diekstraksi menggunakan heksan sehingga minyak dalam padatan menjadi 0,5%.
 - Ampas/padatan dikeringkan sehingga air dalam padatan menjadi 8%.

Asumsi tidak ada protein dan air dalam fase minyak. Jika 1000Kg/jam biji kedelai tentukan kecepatan setiap arusanya.

Lengkapi skema diagram alir di bawah ini dengan data kualitatif dan kuantitatif :

