

BAB I PENDAHULUAN NERACA MASSA DAN ENERGI

Definisi Teknik Kimia:

Pemakaian prinsip-prinsip fisis bersama dengan prinsip-prinsip ekonomi dan human relations ke bidang yang menyangkut proses dan peralatannya dimana suatu bahan berubah bentuk, kandungan energinya, dan komposisinya.

Teknik Kimia berhubungan dengan :

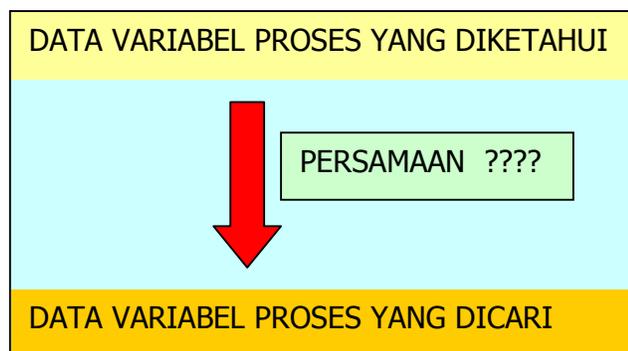
- Produksi bahan kimia baik di skala besar maupun kecil.
- Membuat produk berskala besar (pabrik), berbeda dengan skala lab.
- merubah bahan baku menjadi produk bernilai ekonomi lebih tinggi.
- Sektor : bahan kimia sampai energi, makanan dan minuman, obat-obatan.
- Produk, yang dibuat melalui perubahan kimia (reaksi) atau/dan fisis (pemisahan).
- Proses Industri kimia, seperti industri: pupuk, kimia murni, cat, zat warna, tinta, petrokimia, plastik, resin, sabun, deterjen, parfum, kosmetik, lemak dan minyak nabati, katalis, gas, minyak bumi, polimer, kertas, tekstil, makanan dan minuman, bioteknologi, dll.

Pentingnya penyusunan neraca

Neraca massa atau panas suatu **sistem proses** dalam industri merupakan perhitungan kuantitatif dari semua bahan-bahan yang masuk, yang keluar, yang terakumulasi (tersimpan) dan yang terbuang dalam sistem itu.

Perhitungan neraca digunakan untuk mencari variable proses yang belum diketahui, berdasarkan data variable proses yang telah ditentukan/diketahui.

Oleh karena itu, perlu disusun persamaan yang menghubungkan data variable proses yang telah diketahui dengan variabel proses yang ingin dicari.



Dalam banyak kasus, diskripsi verbal (narasi) yang menjelaskan proses perlu disajikan dalam diskripsi visual, yaitu dalam bentuk gambar proses atau diagram alir proses.

Beberapa definisi penting yang akan dibahas antara lain : variable proses, diagram alir proses, sistem, dan proses –proses di industri kimia.

Variabel Proses

Lihat kembali materi kuliah **Azas Rekayasa Proses** atau di buku Felder and Rousseau, terutama mengenai chapter macam-macam variable proses.

Beberapa variable proses yang berhubungan erat dengan bidang teknik kimia antara lain :

1. Massa dan volum.

Hubungan massa dan volum adalah berat jenis atau densitas. Seringkali juga dinyatakan dalam specific volume dan specific gravity.

2. Kecepatan alir (flow rate).

Proses yang berlangsung sinambung atau kontinyu memerlukan data kecepatan bahan yang disebut kecepatan alir. Alat yang dapat mengukur kecepatan alir antara lain, pitot tube, orifice meter, venturi meter, flow nozzle, dan rotameter.

Lihat kembali materi kuliah Transportasi Fluida. Tampak bahwa, kecepatan alir merupakan variable proses yang mutlak diketahui.

Macam-macam jenis kecepatan alir :

- a. kecepatan alir linier rata-rata dalam pipa, dinyatakan dalam satuan panjang linier setiap satuan waktu.
- b. Kecepatan alir volumetric (volumetric flow rate), kecepatan alir yang dinyatakan dalam banyaknya volum fluida yang mengalir setiap satuan waktu.
- c. Kecepatan alir massa (mass flow rate), kecepatan alir yang dinyatakan dalam banyaknya massa yang mengalir setiap satuan waktu.

3. Komposisi kimia

Berat atom dan berat molekul merupakan hubungan mol dengan massa bahan. Bahan campuran berisi lebih dari satu komponen, untuk itu perlu diketahui isi (atau komposisi) masing-masing komponen penyusun bahan itu. Komposisi dapat dinyatakan dalam beberapa cara, yaitu :

- a. fraksi massa atau fraksi berat.
Biasanya untuk komposisi bahan berbentuk cair atau padat dinyatakan dalam fraksi massa. Total fraksi massa adalah 1,00.
- b. fraksi mol
Komposisi bahan dalam fase gas biasanya dinyatakan dalam fraksi mol. Total fraksi mol = 1,0.
- c. konsentrasi
Konsentrasi adalah banyaknya bahan dalam campuran setiap satuan volum.
Ppm=part per million= bagian per sejuta.

4. Tekanan

Lihat kembali materi kuliah **Fisika** terutama mengenai gaya dan tekanan.

Hubungan tekanan yang ditunjukkan alat ukur (gauge) dengan tekanan sesungguhnya (absolute) adalah :

Tekanan absolute = tekanan gauge + tekanan atmosfer.

1 atm = 14,696 psi = 760 mmHg = 10,333 mH₂O.

5. Temperatur.

Contoh : Suatu botol bertuliskan larutan HCl teknis 28% (w/w). Tentukan dalam % mol larutan itu.

Penyelesaian:

Misal 100 g larutan HCl 28% maka:

Komponen	% berat	Berat, g	Mol	% mol
HCl	28	28	$28/36,5=0,77$	$(0,77/4,77).100%=16,14$
H ₂ O	72	72	$72/18= 4$	$(4/4,77).100%=83,86$
TOTAL	100	100	4,77	100

Jadi larutan itu larutan HCl 16,14% (% mol).

SOAL LATIHAN TENTANG VARIABEL PROSES

- Suatu gas berisi 50% mol etana dan 50% mol udara. Udara dianggap berisi 21% mol oksigen dan 79% mol nitrogen. Jika udara dalam campuran itu adalah 1500 kg/jam. Tentukan:
 - komposisi gas dalam % mol,
 - komposisi gas dalam % berat,
 - kecepatan gas dalam kgmol/jam.
- Suatu gas berisi 20% mol metana dan udara. Udara dianggap berisi 21% mol oksigen dan 79% mol nitrogen. Jika metana dalam campuran itu adalah 500 kg/jam. Tentukan:
 - komposisi gas dalam % mol,
 - komposisi gas dalam % berat,
 - kecepatan gas dalam kgmol/jam
- Suatu gas berisi : 16% (%mol) metan, 9% oksigen, 31% Nitrogen, dan 44% uap air. Jika kecepatan gas itu adalah 400 Kmol/jam, tentukan :
 - Kg/jam gas itu.
 - Komposisi gas itu dalam % berat.
- Larutan garam NaCl dibuat dengan melarutkan 22 Kg NaCl dalam 100 Kg air sehingga densitasnya 1323 Kg/m³. Hitung konsentrasi NaCl dalam larutan itu, jika dinyatakan dalam:
 - fraksi berat.
 - fraksi mol.
 - fraksi berat / volum.
 - Molar
- Jika udara berisi 77% berat N₂ dan 23% berat O₂, pada suhu 25°C dan tekanan total 1,75 atm, hitung:
 - Berat molekul rerata udara,
 - Fraksi mol O₂,
 - Konsentrasi O₂ dalam mol/m³
 - Konsentrasi O₂ dalam Kg/m³.
- Pada pembuatan minuman bersoda (soft drink), karbon dioksida total yang dibutuhkan sebanding dengan (3 volum gas setiap 1 volume cairan) pada 0°C dan tekanan atmosferis. Hitung konsentrasi CO₂ dalam minuman (gram CO₂ /mL).

Diagram Alir Proses

Adalah **gambaran visual** yang menunjukkan semua aliran bahan-bahan baik yang masuk alat maupun yang keluar, disertai data-data susunan dari campuran bahan-bahan aliran. Gambaran ini bisa bersifat kualitatif dan kuantitatif.

Kualitatif : menunjukkan macam-macam bahan yang masuk dan keluar.

Kuantitatif : menunjukkan macam-macam bahan dan kuantitasnya.

Jadi, dalam membuat diagram alir proses, harus mencantumkan data kualitatif dan kuantitatif.

Suatu unit proses dapat digambarkan dalam sebuah kotak atau simbol alat, dan garis panas yang menunjukkan arah aliran bahan.

Arus dalam diagram alir harus diberi label yang menunjukkan:

- A. variable proses yang diketahui dan
- B. permisalan variable yang akan dicari dengan simbol variable.

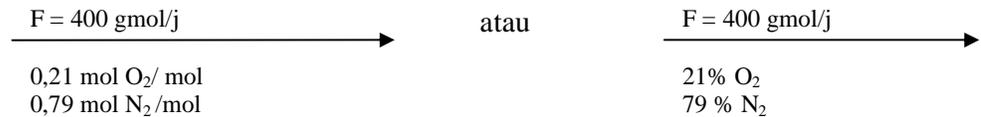
Beberapa cara memberi label pada arus :

1. Tulis nilai dan satuan semua variabel yang diketahui di arus dalam gambar.

Contoh :

Narasi: gas berisi 21% mol O_2 dan 79% N_2 pada suhu $320^\circ C$ dan 1,4 atm mengalir dengan kecepatan 400 gmol/jam.

Diagram alir :



2. Tandai dengan simbol untuk variabel yang akan dicari.

Contoh:

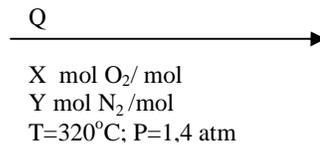
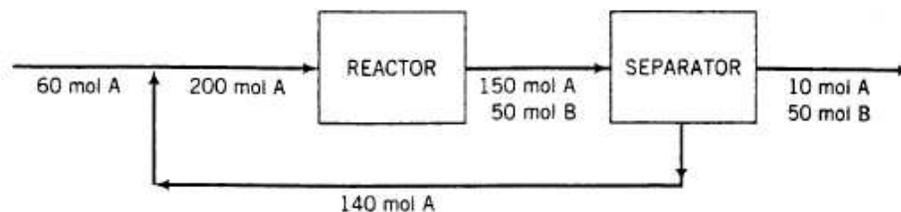


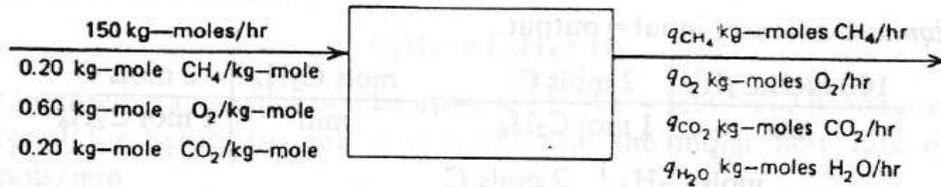
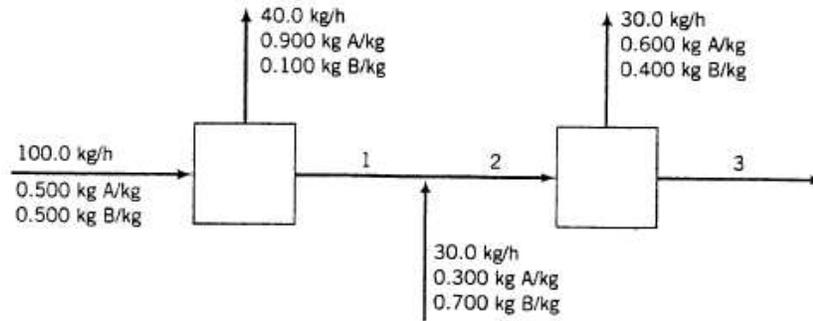
Diagram alir berfungsi sebagai papan hitung untuk menyelesaikan masalah neraca, baik neraca massa maupun neraca panas.

Untuk dapat menggambarkan proses dari suatu narasi, seseorang harus mempunyai pengetahuan tentang proses dan sifat-sifat bahan (termodinamika). Oleh karena itu mahasiswa dituntut sering membaca buku tentang proses dan laporan praktek kerja.

Beberapa cara memberi label pada arus dapat dibaca di buku Felder and Rousseau.

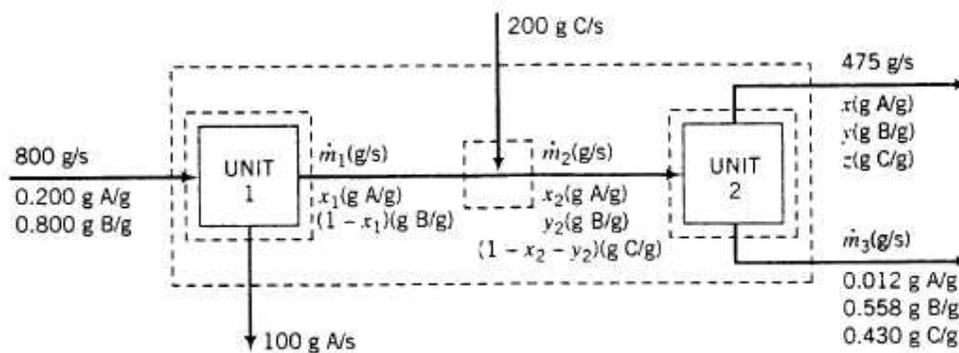
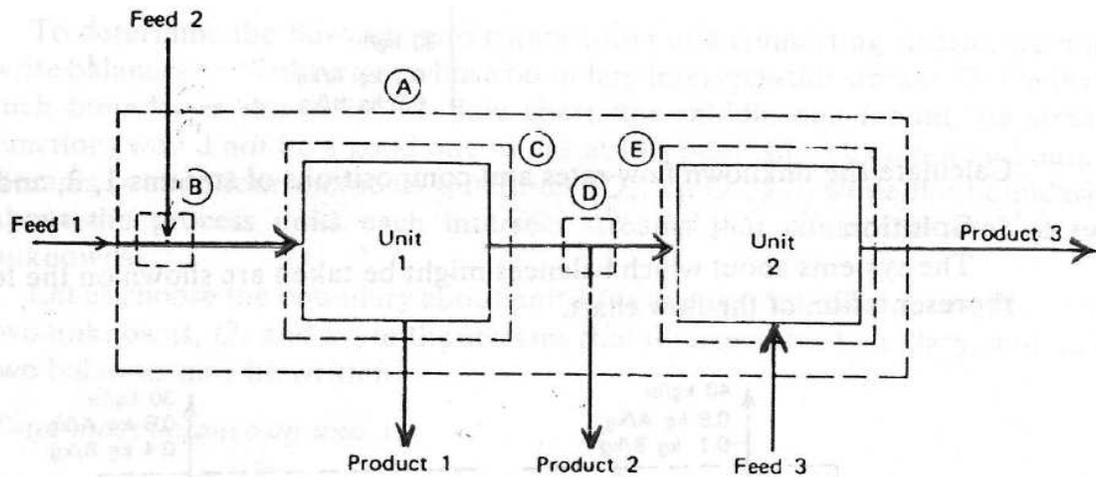
Contoh:

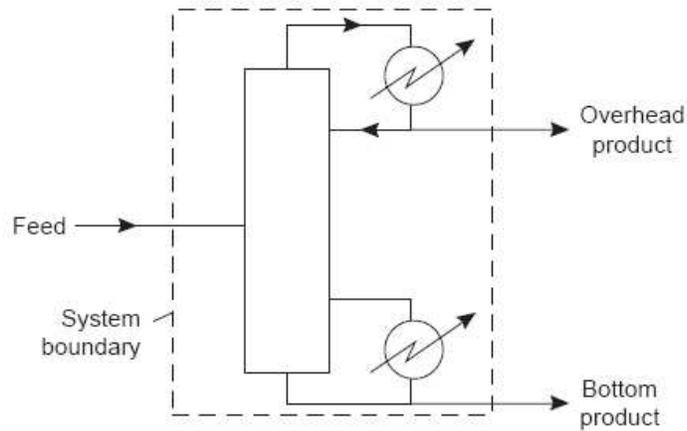
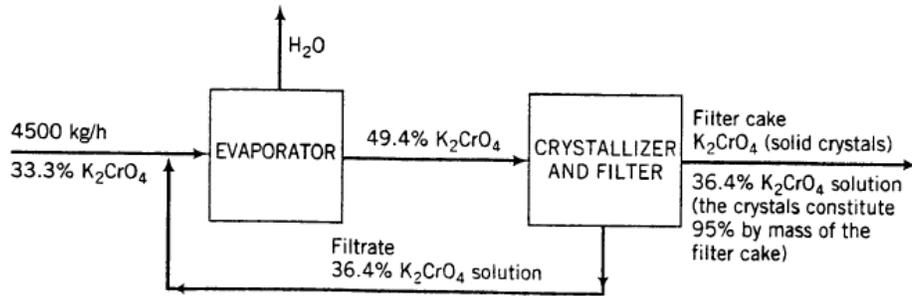




Sistem

Adalah bagian atau keseluruhan proses yang ditinjau, yang biasanya untuk memisahkan antara sistem dengan bagian luar sistem.





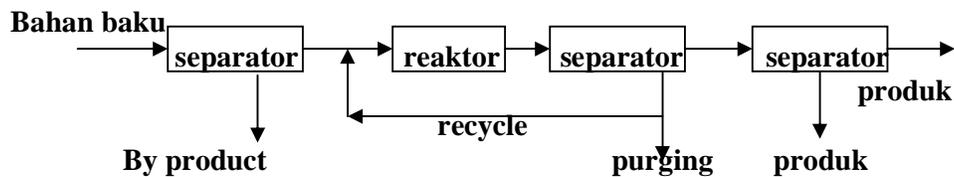
Proses

Adalah suatu peristiwa dimana bahan mengalami perubahan fisis atau kimia atau keduanya.

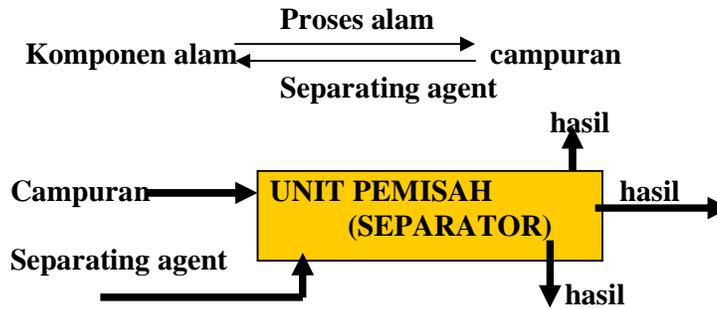
Perubahan fisis : tidak ada reaksi kimia.

Perubahan kimia : mengalami reaksi-reaksi.

Peran **proses pemisahan** di industri kimia:



Ditinjau secara makro, proses-proses yang terjadi secara alamiah dapat diartikan sebagai proses pencampuran yang terjadi secara spontan dan merupakan proses yang tidak dapat balik. Berarti untuk memisahkan suatu konstituen dari campurannya diperlukan suatu usaha yaitu usaha termodinamika sehingga terjadi proses berlawanan terhadap proses alam. Maka dalam operasi pemisahan campuran perlu dimasukkan sejumlah “ separating agent “ tertentu.



Separating agent yang biasa digunakan :

1. **tenaga panas**, seperti steam, bahan bakar. Contoh alat : distilasi, evaporasi, pengeringan, alat penukar panas dll.
2. **Sejumlah massa bahan**, seperti pelarut atau penjerap. Contoh alat: ekstraksi, absorpsi, adsorpsi, stripping dll.
3. **Tenaga mekanik (tekanan)**. Contoh alat : filtrasi, sentrifugasi, sedimentasi dll.

Metode pemisahan konstituen dari campurannya, dapat dibedakan menurut kategori :

1. pemisahan menurut dasar operasi difusional. Pemisahan ini dipilih jika umpannya **homogen**. Transfer massa dan panas konstituen berlangsung secara difusi antara 2 fase atau lebih.
Contoh : distilasi (flash, kontinyu, batch), absorpsi, stripping, ekstraksi, adsorpsi, ion exchange dll.
2. Pemisahan secara mekanik. Pemisahan ini dilakukan untuk campuran **heterogen**.
Contoh : decanter, sedimentasi, sentrifuge, filtrasi, screening, dll.
3. Pemisahan menggunakan reaksi kimia.

Di dalam proses dan peralatan di industri, rangkaian peralatan menyangkut kedua jenis proses itu, yaitu :

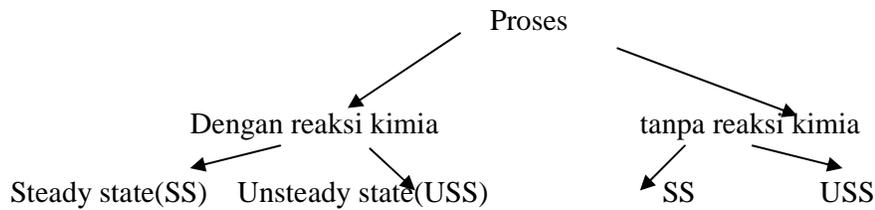
1. **unit operation** (satuan operasi) : unit dengan perubahan fisis atau seringkali disebut Operasi Teknik Kimia.
2. **unit processes** (satuan proses) : unit dengan reaksi kimia.

Unit operation meliputi :

- a. transportasi fluida (perpindahan pada proses alir),
- b. perpindahan panas dalam alat penukar panas (heat exchanger),
- c. separator,
padat-padat : screening.
Padat-cair : sedimentasi, filtrasi,
Cair – gas : absorpsi, stripper, distilasi, evaporasi.
Cair-cair : ekstraksi cair-cair, dekantasi, dll.
- d. pencampuran

Unit Processes meliputi :

- a. pembakaran bahan bakar dalam burner, furnace.
- b. Reaksi kimia dalam reaktor.
- c. Fermentasi.



Unsteady State : proses tidak ajeg adalah proses dimana semua variable proses mengalami perubahan nilai terhadap waktu.

Steady State : proses dalam keadaan ajeg adalah proses dimana semua variable proses yang ditinjau tidak berubah terhadap waktu.

Penggolongan Proses :

1. batch : tidak ada bahan masuk atau keluar. Jadi prosesnya USS.
2. kontinyu : kecepatan arus masuk sama dengan kecepatan arus keluar, jadi prosesnya SS.
3. Semi batch atau semi kontinyu, prosesnya USS.

Tugas : Jelaskan prinsip pemisahan yang terjadi pada alat : distilasi, absorpsi, adsorpsi, stripping, evaporasi, kondensasi, pengeringan, ekstraksi cair-cair, leaching (ekstraksi padat cair) dan berikan masing-masing 5 contoh campuran yang menggunakan prinsip pemisahan itu. Pustaka: laporan praktek kerja.

Format:

Nama alat :

Fungsi :

Prinsip pemisahan:

Pustaka: laporan PK di.....

Gambar skema alat :

Penilaian: jika ada kesamaan pekerjaan, maka masing-masing mahasiswa mendapat nilai = (nilai yang diperoleh dibagi jumlah mahasiswa yang pekerjaannya sama).