

**PENUNTUN PRAKTIKUM**  
**TERMODINAMIKA TEKNIK KIMIA**  
**II**



**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2020**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, berkat rahmat dan karunia-Nya, Penuntun Praktikum Termodinamika untuk Program S1 dapat diselesaikan dengan baik. Buku Penuntun Praktikum ini dibuat sebagai panduan untuk melaksanakan Praktikum Termodinamika Teknik Kimia II, sehingga mahasiswa dapat melaksanakan praktikum dengan baik. Penuntun ini memuat prosedur kerja laboratorium serta bahan dan alat yang dibutuhkan.

Selain berisi panduan praktikum, penuntun praktikum ini juga dilengkapi dengan teori singkat yang bertujuan membantu mahasiswa untuk memahami percobaan yang akan dilakukan. Namun, kepada mahasiswa yang akan melaksanakan praktikum disarankan untuk lebih mendalami teori percobaan dari buku-buku teks maupun sumber-sumber lain yang berkenaan dengan percobaan.

Penyusun menyadari apa yang ada dalam penuntun ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu adanya kritik dan saran yang membangun sangat membantu dalam penyempurnaan penuntun ini. Akhirnya penyusun berharap semoga penuntun ini bermanfaat bagi praktikan Termodinamika dan yang membacanya.

Medan, Februari 2020  
Praktikum Termodinamika

Penyusun

## PERATURAN LABORATORIUM

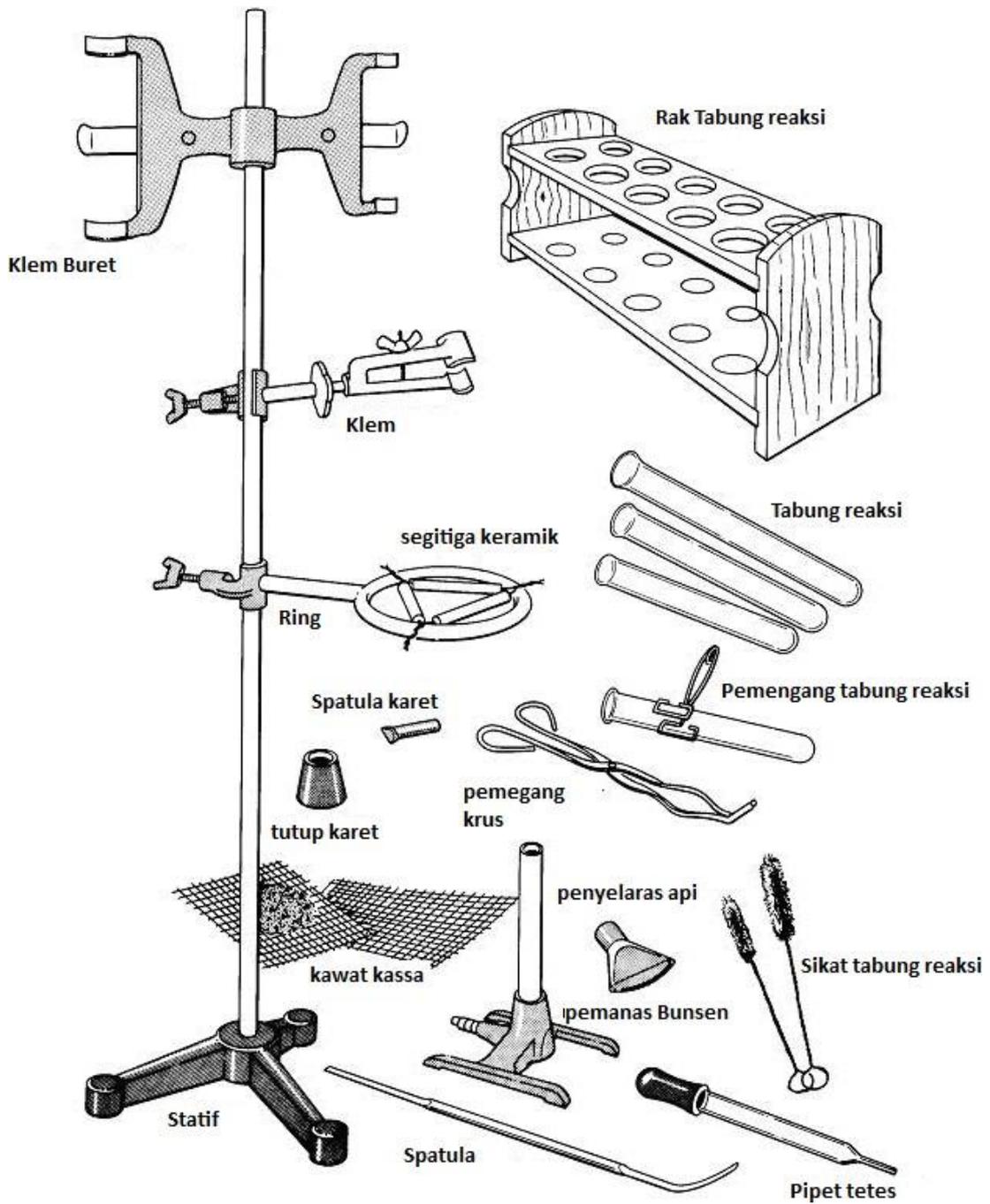
1. Sebelum melakukan praktikum, mahasiswa telah memahami tugas-tugas, prinsip, dan prosedur praktikum. Untuk hal ini dapat dilakukan uji pra praktikum secara lisan maupun tertulis pada waktu yang tidak ditentukan.
2. Setiap praktikan harus datang tepat pada waktunya. Praktikan yang datang terlambat tanpa alasan yang sah akan ditolak mengikuti praktikum. Bila karena sesuatu hal tidak dapat mengikuti praktikum, harus dapat menunjukkan surat keterangan yang dapat dipertanggungjawabkan.
3. Selama pelaksanaan praktikum tidak dibenarkan meninggalkan ruangan tanpa seizin asisten.
4. Selama mengikuti praktikum, praktikan diwajibkan memakai jas praktikum dan alat pelindung diri seperti sarung tangan dan masker.
5. Sediakan peralatan-peralatan selama praktikum, seperti ember, pipet tetes, penjepit tabung, kain lap, sabun.
6. Buanglah larutan ke bak pembuang. Jika membuang asam pekat, sebaiknya larutan tersebut diencerkan terlebih dahulu. Siramlah bak pembuang dengan air cukup banyak.
7. Tidak dibenarkan membuang kertas, plastik, puntung korek, pecahan kaca, dan zat padat lainnya ke bak pembuang.
8. Ambilah larutan atau zat padat secukupnya dari botol persediaan untuk setiap percobaan.
9. Cuci dan bersihkan semua alat-alat praktikum sebelum meninggalkan laboratorium. Kembalikan semua alat-alat praktikum ke ruang alat.
10. Kembalikan semua botol-botol persediaan ke ruang bahan sesuai dengan nomor kode botol.
11. Bila terjadi kecelakaan, laporkanlah segera kepada asisten agar dapat cepat diberikan pertolongan.
12. Dilarang keras melakukan percobaan/eksperimen diluar dari prosedur percobaan.
13. Dilarang keras makan di dalam laboratorium selama praktikum.
14. Dilarang keras menggunakan HP, MP3 *player*, dan laptop di dalam laboratorium selama praktikum.

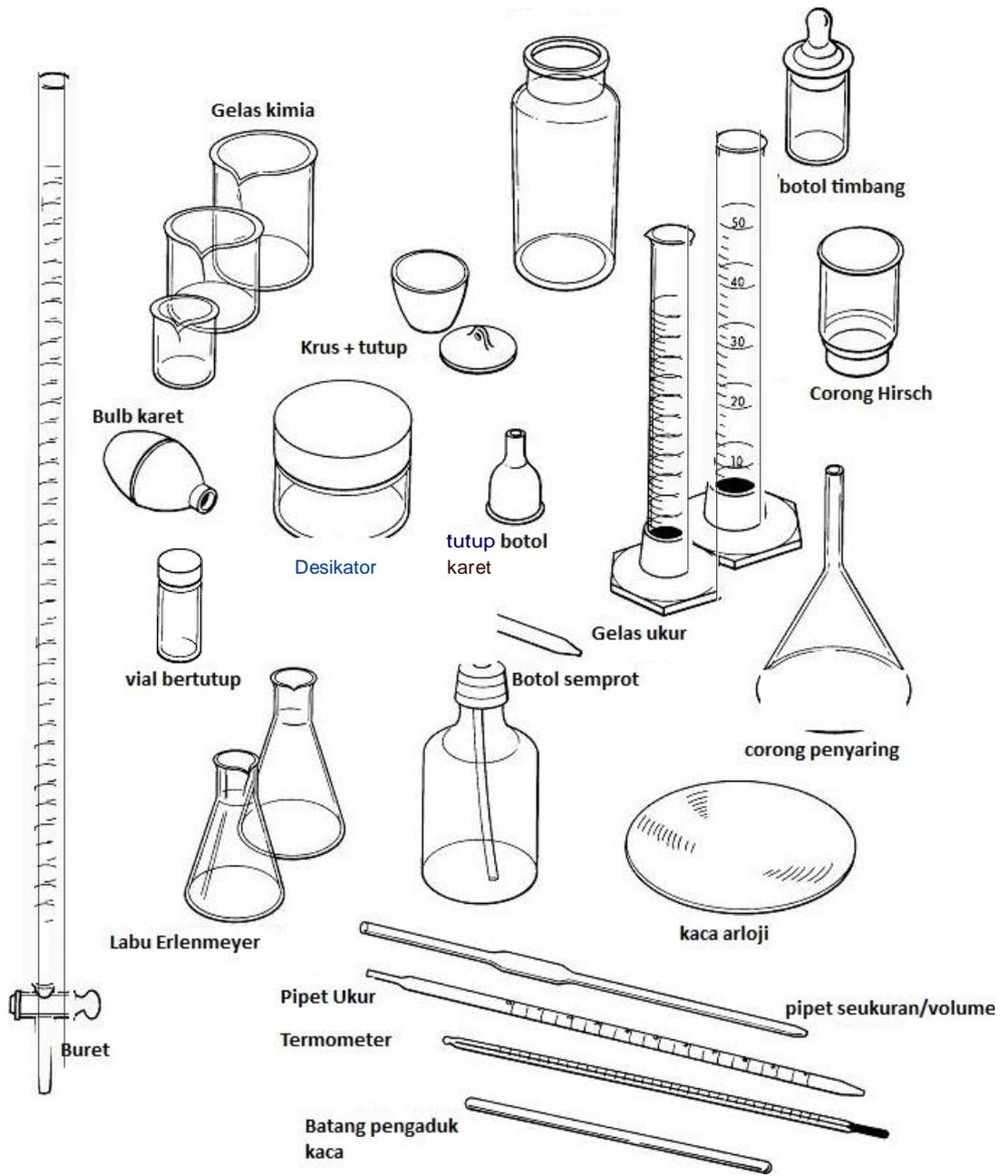
15. Sopan dan tertib selama praktikum
16. Setelah selesai melakukan percobaan, praktikan harus menunjukkan hasil percobaannya kepada asisten.
17. Praktikan wajib membuat laporan praktikum yang bentuknya telah ditentukan dan laporan ini harus disahkan oleh asisten.

Medan, Februari 2020  
Kepala Laboratorium Kimia Fisika

Dr. Maulida, S.T., M.Sc.  
NIP. 19700611 199702 2 001

# Peralatan Umum Laboratorium Kimia Fisika





# ***MODUL I***

## ***Keseimbangan Uap Cair***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap proses pemisahan bergantung pada prinsip pemisahan molekul-molekul. Ada yang terpisah karena perbedaan fasa – penyaring memisahkan padatan dari cairan, ekstraktor kabut memisahkan cairan dari gas, dekanter memisahkan cairan yang tidak bersatu. Ada yang terpisah karena terjadinya perubahan fasa – *dryer* menguapkan komponen seperti air, dan meninggalkan padatan nonvolatil. Distilasi memisahkan komponen berdasarkan perbedaan kevolatilan masing-masing komponen (Smith, 2012).

Suatu zat cair ketika dipanaskan dalam wadah yang tertutup akan lebih cepat mendidih dibanding dengan zat cair yang dipanaskan dalam wadah terbuka. Hal itu terjadi karena pengaruh tekanan uap cairan, ketika tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap luar saat itulah dikatakan mendidih. Zat cair dalam wadah tertutup, walaupun tekanan uap naik ketika cairan dipanaskan, rapatan uap bertambah karena uap itu dibatasi oleh volume tetap dan rapatan cairan sedikit berkurang. Karena wadah yang tertutup, dapat diketahui batas antara fase uap dan fase cair yang tidak setimbang. Tahap dimana rapatan uap sama dengan rapatan sisa cairan, dan batas antar fase hilang disebut kesetimbangan antara uap dan cair (Anggraini, 2011).

Distilasi sederhana atau distilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murni. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap saat mencapai titik didih masing-masing (Walangare, dkk., 2013)

Untuk desain kolom destilasi serta ekstraksi cair cair pada proses pemisahan diperlukan berbagai macam informasi antara lain data kesetimbangan uap cair/ *vapor liquid equilibrium* (VLE), kesetimbangan cair cair/ *liquid-liquid equilibrium* (LLE). Pada kolom destilasi, sifat kesetimbangan uap cair suatu campuran akan menentukan desain seperti jumlah *stages*, jumlah *tray*, dan ketinggian kolom destilasi (Hartanto dan Bayu, 2014).

Dalam lingkup teknik kimia, pemahaman tentang kesetimbangan uap-cair sangat diperlukan karena banyak proses industri kimia yang memerlukan konsep kesetimbangan uap-cair dalam pengembangannya. Oleh karena itu, penting bagi seorang sarjana teknik kimia untuk mempelajari kesetimbangan uap cair karena penerapannya cukup banyak pada proses industri kimia.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam percobaan kesetimbangan uap-cair ini adalah bagaimana cara untuk mencari hubungan antara komposisi uap dengan komposisi cairan dengan suhu dan tekanan pada kondisi kesetimbangan uap-cair.

## **1.3 Tujuan Percobaan**

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mencari hubungan antara komposisi uap dengan komposisi cairan dengan suhu dan tekanan pada kondisi kesetimbangan uap-cair.

## **1.4 Manfaat Percobaan**

Manfaat dari percobaan ini adalah praktikan dapat mengetahui hubungan antara komposisi uap dengan komposisi cairan dengan suhu dan tekanan pada kondisi kesetimbangan uap-cair serta kegunaannya dalam proses destilasi.

# **BAB II**

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Kesetimbangan Uap-Cair**

Kesetimbangan fase seperti kesetimbangan uap-cair (VLE), berhubungan dengan suatu sistem pada saat mana fase cair berada dalam kesetimbangan dengan fasa uapnya. Karakteristik dari kesetimbangan fase dalam termodinamika adalah adanya kesamaan tekanan, suhu dan fugasitas dari masing-masing komponen dalam semua fase yang berada dalam kesetimbangan, yaitu :

$$f_i^V = f_i^L \quad (\text{Kuswandi, dkk., 2008})$$

Aturan Lewis/Randall memberikan definisi bahwa fugasitas dalam larutan ideal merupakan fungsi dari konsentrasi :

$$f_i^{ideal} = x_i f_i \quad (\text{Kuswandi, dkk., 2008})$$

Kesetimbangan komposisi distribusi komponen campuran pada fasa uap dan fasa cair harus berbeda apabila pemisahan akan dilakukan dengan metode distilasi. Komposisi campuran pada kesetimbangan termodinamika disebut sebagai kesetimbangan uap-cair dan dapat dihubungkan atau diprediksikan dengan bantuan persamaan termodinamika. Gaya pendorong untuk semua jenis distilasi adalah kesetimbangan uap-cair, yang memiliki perbedaan komposisi yang diinginkan. Kesetimbangan uap cair yang akurat sangat penting dalam pembuatan desain kolom distilasi dan untuk kebanyakan operasi yang melibatkan bertemunya fase cair-uap.

Walaupun telah ada data terukur yang diukur dengan teliti, model termodinamika secara umum masih perlu untuk dilakukan ekstrapolasi atau interpolasi data untuk kondisi yang tidak disediakan dalam eksperimen. Kesetimbangan uap-cair pada sistem kadangkala sederhana dan mudah disajikan dalam bentuk persamaan ataupun, pada beberapa sistem, sangat kompleks sehingga tidak dapat diukur ataupun disajikan (Anggraini, 2011).

Pada sebuah wadah tertutup dengan fasa uap dan cair pada kesetimbangan termodinamika akan terbentuk paling sedikit dua campuran komponen pada masing-masing fasa. Komponen-komponen tersebut terdistribusi di antara fasa tergantung dari kevolatilan relatif masing-masing. Rasio distribusi untuk komponen  $i$  campuran dapat didefinisikan menggunakan fraksi mol:

$$K_i = Y_i / X_i \quad (\text{Syofyan, dkk., 2008})$$

dimana persamaan ini digunakan untuk menyatakan kondisi kesetimbangan. Nilai  $K$ , yang dikenal sebagai rasio perbandingan kesetimbangan uap-cair, digunakan secara luas khususnya dalam industri petroleum dan petrokimia. Untuk semua campuran dengan dua komponen  $i$  dan  $j$ , kevolatilan relatif komponen tersebut, sering disebut nilai alfa, didefinisikan sebagai:

$$\alpha_{ij} = \frac{K_i}{K_j} = \frac{Y_i X_j}{X_i Y_j} = \frac{Y_i(1-X_i)}{X_i(1-Y_i)} \quad (\text{Syofyan, dkk., 2008})$$

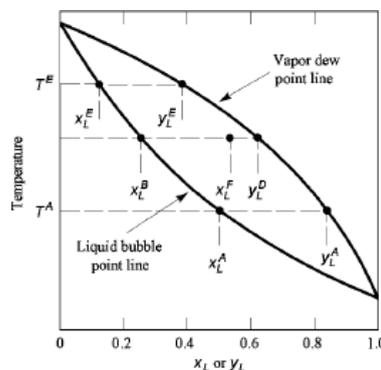
Kevolatilan relatif,  $\alpha$ , adalah hasil pengukuran langsung dari separasi dengan distilasi. Apabila  $\alpha = 1$ , maka pemisahan komponen tidak mungkin terjadi, karena komponen fase uap dan cair adalah sama. Pemisahan dengan distilasi menjadi mudah

seiring dengan bertambahnya nilai kevolatilan relatif. Pemisahan distilasi dengan nilai  $\alpha$  kurang dari 1,2 umumnya sulit dilakukan; untuk nilai  $\alpha$  yang lebih dari 2 umumnya mudah dilakukan (Syofyan, dkk., 2008).

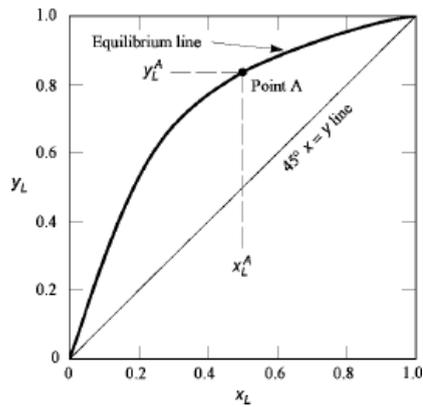
## 2.2 Dew Point dan Bubble Point

Ketika cairan dipanaskan perlahan-lahan pada tekanan konstan, temperatur pada saat pertama kali uap gelembung terbentuk disebut temperatur *bubble point* pada cairan yang diberi tekanan. Ketika gas (uap) didinginkan secara perlahan pada temperatur konstan, temperatur pada saat pertama kali tetes terbentuk disebut temperatur *dew point* saat diberi tekanan. Perhitungan temperatur *bubble point* dan *dew point* dapat secara kompleks untuk sembarang komponen campuran. Bagaimanapun, jika cairan berjalan pada keadaan ideal (satu untuk menurut hukum Raoult's atau hukum Henry's untuk semua komponen) dan fasa gas juga dapat juga mempertimbangkan keadaan ideal, perhitungan secara relatif berlangsung terus-menerus (Syofyan, dkk., 2008).

Komponen tunggal *refrigerant* akan menguap atau mengembun pada temperatur tunggal disebut titik didih. Selama penguapan, cairan mencapai titik dimana gelembung mulai terbentuk dan cairan mendidih menjadi uap di titik didih. Ketika tetes terakhir cairan menghilang, input panas tambahan menyebabkan uap menjadi *superheat* (mencapai suhu di atas titik didih). Selama kondensasi, uap membentuk tetes cairan dan terus mengalami kondensasi pada titik didih. Ketika uap terakhir menghilang, setiap penghapusan tambahan panas menyebabkan cairan menjadi *subcool* (Suhu lebih rendah dari titik didih) (Lavelle, 2006).



Gambar 2.1 Dew dan Bubble Point pada Kestimbangan Uap-Cair  
(Syofyan, dkk., 2008)



Gambar 2.2 Kesetimbangan Uap-Cair (y-x)  
(Syofyan, dkk., 2008)

Kesetimbangan uap-cair yang umum untuk sistem biner ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2.1 adalah diagram titik didih yang menunjukkan komposisi saat *equilibrium* sebagai fungsi dari temperatur pada tekanan konstan. Garis yang berada di bawah adalah garis *bubble point* cairan, tempat terdapatnya titik-titik dimana cairan yang dipanaskan membentuk gelembung uap yang pertama. Garis yang berada di atas adalah garis *dew point* uap, menunjukkan titik-titik dimana uap saat mengalami penurunan suhu membentuk tetesan cairan yang pertama. Gambar 2.2 merupakan diagram fasa isobarik secara umum atau disebut diagram y-x (Syofyan, dkk., 2008).

Temperatur *dew point* terjadi ketika tetesan pertama cairan muncul sebagai campuran uap yang didinginkan (pada tekanan konstan). Temperatur *bubble point* terjadi ketika gelembung pertama uap muncul sebagai campuran cairan yang dipanaskan (tekanan konstan). Jika suhu aliran ini diantara *dew point* dan *bubble point*, perhitungan cepat isothermal harus dilakukan untuk menentukan kualitas *streaming*, entalpi dan nilai-nilai entropi (Kandula, dkk., 2013).

## 2.3 Hukum-hukum Fasa

Hukum-hukum untuk kesetimbangan uap-cair adalah sebagai berikut:

### 2.3.1 Hukum Dalton

Hukum Dalton menyatakan bahwa tekanan total suatu campurangas merupakan jumlah dari tekanan-tekanan parsial dari semua komponen-komponennya.

$$P = P_A + P_B + \dots + P_N \quad (\text{Yanita, dkk., 2010})$$

Tekanan parsial suatu komponen sebanding dengan banyaknya mol komponen tersebut.

### 2.3.2 Hukum Henry

Hukum Henry menyatakan bahwa tekanan parsial suatu komponen (A) di atas larutan sebanding dengan fraksi mol komponen tersebut dalam larutan. Pernyataan ini dapat dituliskan:

$$P_A = H \cdot X_A \quad (\text{Yanita, dkk., 2010})$$

Keterangan:

$P_A$  = Tekanan parsial komponen A di atas larutan

$X_A$  = Fraksi mol komponen A

$H$  = Konstanta hukum Henry (Harga konstanta hukum Henry berubah terhadap perubahan temperatur)

Berdasarkan kurva hubungan tekanan parsial terhadap temperatur, ditunjukkan bahwa kurva tekanan parsial dari tiap-tiap komponen menjadi lurus pada ujung kurva, dimana komponen dalam larutan tersebut sedikit. Melalui penggunaan hukum Henry pada perubahan temperatur yang kecil, sehingga konstanta hukum Henry masih dianggap konstan, maka perubahan tekanan parsial terhadap fraksi mol pada ujung kurva tersebut dapat dianggap mengikuti hukum Henry secara tepat (Yefnida dan Irene, 2006).

### 2.3.3 Hukum Raoult

Hukum Raoult juga memberikan hubungan antar tekanan parsial suatu zat di atas larutan dengan fraksi molnya. Hukum Raoult dapat didefinisikan untuk fase uap-cair dalam kesetimbangan, sebagai berikut :

$$P_A = P_A^o \cdot X_A \quad (\text{Yanita, dkk., 2010})$$

dimana,  $P_A$  adalah tekanan parsial komponen A di atas larutan dengan fraksi mol A adalah  $X_A$  dan  $P_A^o$  adalah tekanan uap komponen A dalam keadaan murni pada temperatur larutan tersebut.

Hukum Raoult berlaku untuk larutan ideal, seperti larutan benzena-toluena, n-heksana-heptana, dan metil alkohol-etil alkohol, yang biasanya zat-zat tersebut mempunyai sifat kimia yang sama atau secara kimia mirip satu sama lain.

Untuk larutan encer hukum Raoult berlaku bagi pelarutnya. Kenaikan temperatur larutan akan memperbesar penguapan yang berakibat pula memperbesar tekanan uap larutan atau tekanan total (Yanita, dkk., 2010).

## 2.4 Distilasi

Setiap proses pemisahan bergantung pada prinsip pemisahan molekul-molekul. Ada yang terpisah karena perbedaan fasa – penyaring memisahkan padatan dari cairan, ekstraktor kabut memisahkan cairan dari gas, dekanter memisahkan cairan yang tidak bersatu. Ada yang terpisah karena terjadinya perubahan fasa – *dryer* menguapkan komponen seperti air, dan meninggalkan padatan nonvolatil. Distilasi memisahkan komponen berdasarkan perbedaan kevolatilan masing-masing komponen (Smith, 2012).

Distilasi adalah suatu metode pemisahan yang didasarkan pada perbedaan komposisi antara campuran cairan dan uap yang dihasilkannya. Perbedaan komposisi muncul dari perbedaan tekanan uap efektif, atau kevolatilan, dari komponen-komponen dalam campuran. Ketika perbedaan yang demikian tidak terbentuk, seperti pada titik azeotrop, pemisahan dengan distilasi biasa tidak mungkin dapat dilakukan. Untuk penggunaan normal, distilasi melibatkan kondensasi dari material yang berubah menjadi uap, biasanya pada proses penguapan atau pengondensasian banyak senyawa, sehingga hal ini berbeda dari evaporasi, yang umumnya digunakan pada pemisahan cairan dari padatan tetapi dapat juga digunakan pada operasi konsentrasi cairan yang sederhana.

Distilasi sederhana melibatkan aplikasi panas pada campuran dalam bentuk larutan, penguapan sebagian campuran, dan pemindahan panas dari bagian yang diuapkan. Hasil larutan yang dikondensasi, dinamakan distilat, lebih banyak terdapat pada komponen yang lebih volatil dan sisa yang tidak teruapkan lebih banyak terdapat pada komponen yang kurang volatil. Kebanyakan distilasi komersial menggunakan beberapa tahap untuk mendapatkan hasil yang lebih murni daripada yang mungkin didapatkan dengan satu kali penguapan dan kondensasi (Maryam, dkk., 2012).

Proses pemisahan sistem biner adalah proses dimana laju umpan masuk hanya mengandung dua jenis komponen. Pemisahan biner umumnya dilakukan pada percobaan, tetapi pada kebanyakan industri digunakan multikomponen.

Contoh distilasi biner yang umum adalah kolom dengan laju umpan berupa campuran benzena dan toluena. Pada tekanan atmosfer, benzena mendidih pada 80,1 °C; toluena mendidih pada 110,8 °C. hal ini menyebabkan benzena bersifat lebih volatile dibandingkan toluene. Apabila campuran benzena dan toluena dipanaskan sampai *bubble point*, maka benzena akan menguap. Apabila campuran mengandung 50% benzena dan 50% toluena, uap akan mengandung lebih dari 50% benzena dan kurang dari 50% toluena.

Pada distilasi, istilah “ringan” dan “berat” digunakan untuk membedakan komponen-komponen. Tetapi saat digunakan pada distilasi, istilah tersebut tidak mencerminkan berat, densitas dan hal lain yang berhubungan dengan massa. Komponen ringan adalah komponen yang lebih volatil; komponen berat adalah komponen yang kurang volatil.

Pada distilasi biner, komponen ringan dan berat akan muncul pada kedua aliran produk. Komponen yang muncul pada kedua aliran produk dinamakan “komponen terdistribusi”. Pada perkiraan Hengstebeck, hanya yang ringan dan berat yang terdistribusi, asumsi yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Semua komponen laju alir yang lebih ringan keluar dengan produk distilat.

Umumnya, komponen-komponen ini adalah gas yang tidak dapat berkondensasi.

2. Semua komponen laju alir yang lebih berat keluar dengan produk bawah.

Umumnya, komponen-komponen ini adalah cairan nonvolatil.

(Smith, 2012)

Distilasi adalah metode pemisahan dan pemurnian komponen cairan yang paling penting dalam industri. Distilasi tidak memerlukan agen pemisah seperti solven, absorben, atau membrane, dan distilasi memanfaatkan energy yang terdapat dalam media pemanas yang sesuai (umumnya uap).

Dengan banyaknya pengalaman terhadap desain dan pengoperasian akan membuat prediksi kinerja kerja kolom distilasi lebih akurat dibandingkan prediksi yang sama untuk metode lain.

Pemisahan dengan distilasi bergantung pada faktor seperti kesetimbangan uap-cair yang diinginkan, komposisi laju umpan, banyaknya komponen yang ingin dipisahkan, kemurnian produk yang diperlukan, tekanan absolut pada distilasi, dan sensitivitas panas (Maryam, dkk., 2012).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PERCOBAAN**

#### **3.1 Bahan dan Fungsi**

Adapun bahan-bahan yang digunakan di dalam percobaan ini adalah :

1. *Aquadest* ( $H_2O$ )  
Fungsi: sebagai komponen pelarut campuran biner.
2. Asam Asetat ( $CH_3COOH$ )  
Fungsi: sebagai sampel dalam percobaan atau campuran larutan biner.
3. Indikator *Phenolphthalein* ( $C_{20}H_{14}O_6$ )  
Fungsi : sebagai indikator asam basa dalam titrasi.
4. Kalium Hidroksida (KOH)/Natrium Hidroksida (NaOH)  
Fungsi: sebagai larutan pentiter dalam percobaan.

#### **3.2 Peralatan dan Fungsi**

Adapun peralatan yang digunakan pada percobaan adalah:

1. Bunsen  
Fungsi: sebagai sumber pemanasan.
2. Buret  
Fungsi: wadah untuk zat pentiter.
3. Corong gelas  
Fungsi: memudahkan dalam penuangan larutan.
4. *Erlenmeyer*  
Fungsi: wadah untuk membuat larutan.
5. Gelas ukur  
Fungsi: mengukur volume larutan.
6. Klem dan statif  
Fungsi: merangkai buret untuk proses pentitrasi.

7. Labu distilasi  
Fungsi: wadah untuk distilasi.
8. Pendingin *Leibig*  
Fungsi: mendinginkan distilat menjadi fase cair.
9. Piknometer  
Fungsi: mengukur densitas larutan.
10. Termometer  
Fungsi: mengukur suhu larutan ketika dipanaskan.

### 3.3 Prosedur Percobaan

Adapun prosedur percobaan adalah sebagai berikut:

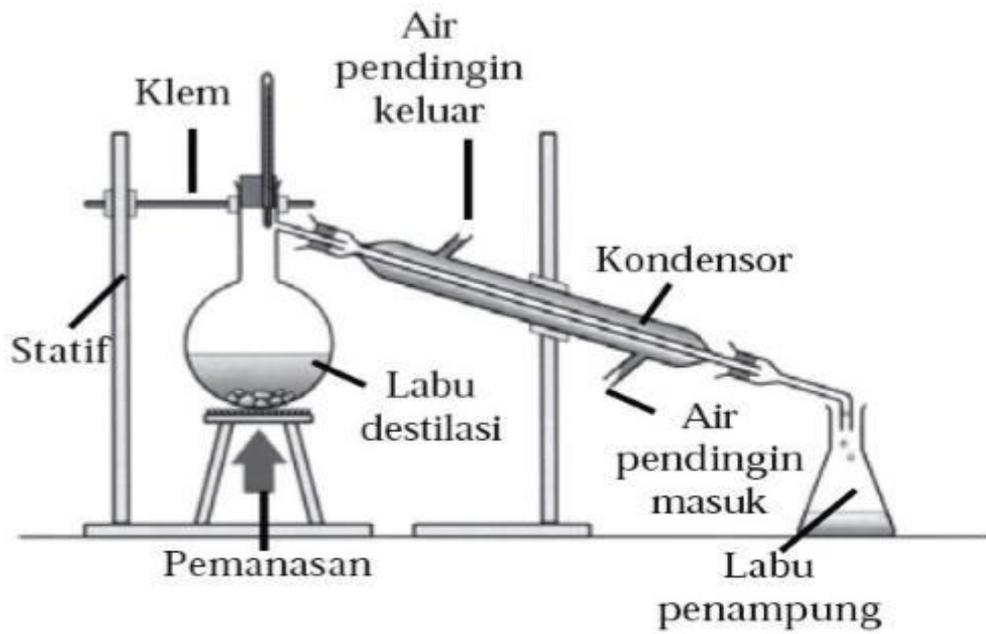
#### A. Titrasi Blanko

1. Ambil 5 ml aquadest (yang akan digunakan untuk distilasi), masukkan ke dalam erlenmeyer.
2. Tambahkan *phenolphtalein* sebanyak 2-3 tetes.
3. Titrasi dengan KOH/NaOH...N hingga berwarna merah rosa.

#### B. Distilasi

1. Asam asetat sebanyak ..... ml dicampurkan dengan *aquadest* ..... ml.
2. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam labu distilasi.
3. Densitas larutan biner ditentukan dengan menggunakan piknometer.
4. Larutan dari labu distilasi dipipet sebanyak 5 ml dan dipindahkan ke *erlenmeyer*.
5. *Phenolphthalein* ditetaskan dan kemudian dititer dengan KOH/NaOH ..... N. Volume KOH/NaOH yang digunakan dicatat.
6. Kemudian campuran dalam labu distilasi dipanaskan perlahan-lahan (catat suhu ketika gelembung pertama terlihat) hingga tetes pertama distilat keluar (catat suhunya).
7. Distilat ditampung dalam *erlenmeyer* hingga didapat volume distilat sebanyak 10 ml, suhu dicatat .
8. Densitas distilat diukur.
9. Distilat diambil sebanyak 5 ml ditambahkan *phenolphthalein* 3 tetes dan dititer dengan KOH/NaOH ..... N. Volume KOH/NaOH yang terpakai dicatat.
10. Percobaan diulang untuk variasi konsentrasi asam asetat yang berbeda.

### 3.4 Rangkaian Alat Percobaan



Gambar 3.1 Rangkaian Peralatan Distilasi

# ***MODUL II***

## ***Keseimbangan Cair-Cair***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.5 Latar Belakang

Ekstraksi cair-cair adalah proses pemisahan zat cair yang terlarut dalam cairan dengan cara mengontakkannya dengan zat cair lain yang dapat melarutkan zat terlarut. Ekstraksi digunakan untuk memisahkan umpan yang terdiri atas zat terlarut (*solute*) dan zat yang mencairkan (*dilute*) yang dikontakkan dengan pelarut (*solven*). Komponen yang diekstrak larutan pada pelarut (*solven*) dan komponen lainnya relatif tidak larut pada pelarut. Perbedaan konsentrasi solut di dalam suatu fasa dengan konsentrasi solut pada keadaan setimbang merupakan pendorong terjadinya pelepasan solut dari *diluent*. Gaya dorong (*driving force*) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi dapat ditentukan dengan mengukur penyimpangannya dari kondisi setimbang (Velayas dan Iffa, 2013).

Percobaan ini dilatarbelakangi oleh perlunya mempelajari dan mengetahui cara pemisahan zat dengan ekstraksi. Dalam hal ini, berarti ekstraksi tidak hanya berfungsi sebagai pemisahan zat-zat saja, namun sesuai dengan kegunaannya ekstraksi juga dapat dilakukan untuk mengambil suatu bahan yang dibutuhkan. Oleh karena itu, percobaan ini bermaksud agar kita dapat melihat kelarutan asam asetat pada dua pelarut.

### 1.2 Tujuan Percobaan

1. Menentukan kelarutan berdasarkan koefisien distribusi zat terlarut dalam dua pelarut.
2. Menentukan pelarut terbaik dalam kesetimbangan cair-cair.
3. Membuat diagram segitiga antara asam asetat, pelarut organik, dan *aquadest* dalam kesetimbangan cair-cair.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ekstraksi**

Ekstraksi adalah pemisahan suatu zat dari campurannya berdasarkan perbedaan koefisien distribusi zat terlarut dalam 2 larutan yang berbeda fasa dan tidak saling bercampur. Ekstraksi ini tidak melibatkan perubahan fasa. Prinsip metode ekstraksi adalah berdasarkan perbedaan koefisien distribusi zat terlarut dalam dua. Bila suatu zat terlarut terdistribusi diantara dua larutan yang tidak saling bercampur, berlaku hukum mengenai konsentrasi zat terlarut dalam kedua fasa pada kesetimbangan.

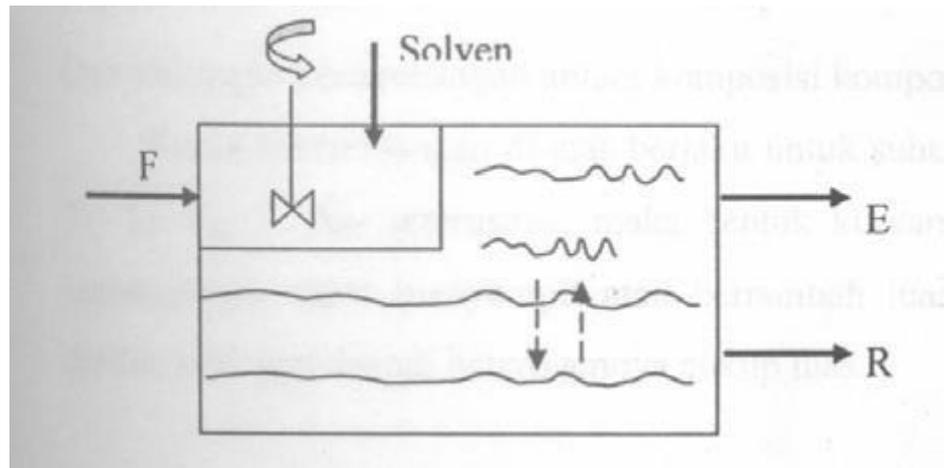
Peristiwa ekstraksi adalah pemisahan komponen dari suatu campuran cair dengan mengontakkan pada cairan lain. Sering disebut juga ekstraksi cair atau reaksi pelarut (*solvent extraction*). Prinsip kerjanya adalah pemisahan berdasar perbedaan kelarutan. Salah satu hal kunci yang sangat menentukan dalam pertimbangan desain proses ekstraksi adalah pemilihan *solvent* yang akan digunakan. Hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya :

1. Reproksivitas : kemampuan untuk melakukan kontak antara pelarut dengan suatu zat terlarut.
2. Koefisien distribusi : nilai ratio  $y/x$  dalam kesetimbangannya yang menunjukkan kemampuan zat terlarut terdistribusi dalam pelarut. Nilai 1 menunjukkan zat terlarut sangat mudah terdistribusi dalam pelarut.
3. Tegangan permukaan : menunjukkan kemampuan dua jenis cairan untuk bercampur. Jika tegangan permukaan terlalu tinggi, maka cairan akan sulit bercampur.
4. Reaktivitas kimia : adanya kemampuan untuk bereaksi secara kimiawi antara 2 cairan sehingga dapat diketahui apakah dua larutan dapat dicampurkan tanpa bereaksi (*inert*). Tujuannya adalah agar kita dapat mengetahui apakah campurannya nanti dapat dipisahkan kembali setelah ekstraksi. Pelarut haruslah stabil dan tak bereaksi (*inert*).

(Akbar, 2013).

## 2.2 Kestimbangan Cair-Cair

Banyak pasangan dari spesies kimia yang bercampur untuk membentuk satu fasa *liquid* dengan komposisi tertentu tetapi tidak mudah mencapai stabilitas. Sistem seperti ini terbagi dalam dua fasa cair yang berbeda komposisi. Pada kestimbangan termodinamika, fenomena ini disebut kestimbangan cair-cair (LLE), yang penting untuk operasi industri seperti ekstraksi pelarut.



Gambar 2.1 Kestimbangan Cair-Cair

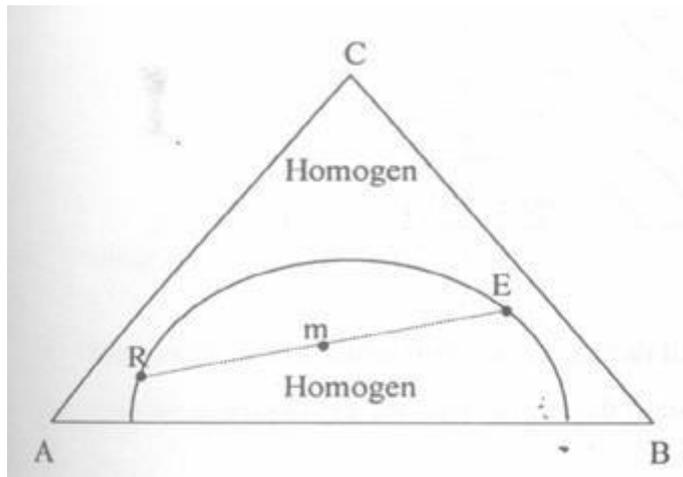
Persetujuan bersama lambang yang digunakan (lambang ini bisa berbeda untuk pustaka yang lain):

A = zat yang terlarut, zat yang terdistribusi (*Solute*)

B = pelarut I, pelarut umpan mula-mula (*Diluent*)

C = pelarut II, *separating agent* (*Solvent*)

Fase yang kaya diluent disebut rafinat, sedangkan fase yang kaya solvent disebut ekstrak. Hubungan keseimbangan antara konsentrasi-konsentrasi komponen di fase ekstrak dan rafinat dapat dinyatakan dalam berbagai bentuk kurva.



Gambar 8. Kurva Kesetimbangan

- Di daerah heterogen
- Di daerah 2 fasa
- Mengandung ekstrak dan rafinat

$R \leftrightarrow E$  ; R, E akan terletak pada garis lurus RE melalui 'm'

Garis RE = garis seimbang = *tie line* = *equilibrium line*

E (ekstrak) → banyak komponen (solvent)

R (rafinat) → banyak komponen (diluent)

Neraca massa total  $R + E = m$

Neraca massa komponen solut  $R_{XR} + R_{XE} = mZ_m$

### 2.3 Ekstraksi Cair-Cair

Ekstraksi cair-cair (corong pisah) merupakan pemisahan komponen kimia di antara 2 fase pelarut yang tidak saling bercampur di mana sebagian komponen larut pada fase pertama dan sebagian larut pada fase kedua, lalu kedua fase yang mengandung zat terdispersi dikocok, lalu didiamkan sampai terjadi pemisahan sempurna dan terbentuk dua lapisan fase cair, dan komponen kimia akan terpisah ke dalam kedua fase tersebut sesuai dengan tingkat kepolarannya dengan perbandingan konsentrasi yang tetap (Siahaan, 2010).

Hasil ekstraksi yang kaya akan pelarut disebut ekstrak, sedangkan yang pelarutnya sedikit disebut rafinat. Ekstraksi dapat digunakan untuk memisahkan lebih dari dua

komponen dalam penerapan tertentu, digunakan campuran pelarut, bukan satu pelarut saja (Velayas dan Iffa, 2013).

## 2.4 Koefisien Distribusi

Menurut hukum distribusi Nerst, bila ke dalam dua pelarut yang tidak saling bercampur dimasukkan solut yang dapat larut dalam kedua pelarut tersebut maka akan terjadi pembagian kelarutan. Dalam praktek solut akan terdistribusi dengan sendirinya ke dalam dua pelarut tersebut setelah dikocok dan dibiarkan terpisah. Perbandingan konsentrasi solut di dalam kedua pelarut tersebut tetap, dan merupakan suatu tetapan pada suhu tetap. Tetapan tersebut disebut tetapan distribusi atau koefisien distribusi. Koefisien distribusi dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Kd = \frac{C_2}{C_1} \text{ atau } Kd = \frac{C_o}{C_a} \quad (\text{Purwani, dkk., 2008})$$

Dengan  $Kd$  = koefisien distribusi dan  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_o$ , dan  $C_a$  masing-masing adalah konsentrasi solute pada pelarut 1, 2, organik, dan air. Dari rumus tersebut jika harga  $Kd$  besar, solut secara kuantitatif akan cenderung terdistribusi lebih banyak ke dalam pelarut organik, begitu pula terjadi sebaliknya (Purwani, dkk., 2008).

## BAB III

### METODOLOGI PERCOBAAN

#### 3.1 Peralatan Percobaan

1. Buret, statif, dan klem
2. *Erlenmeyer*
3. Corong gelas
4. Gekas ukur
5. *Beaker glass*
6. Piknometer
7. Corong pemisah
8. Neraca elektrik
9. Batang pengaduk
10. Pipet tete

### 3.2 Bahan Percobaan

1. *Aquadest* ( $\text{H}_2\text{O}$ )
2. Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
3. Pelarut Organik
4. *Phenolphthalein* ( $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ )
5. Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ )

### 3.3 Prosedur Percobaan

1. Disiapkan bahan utama yaitu asam asetat, *aquadest*, dan pelarut organik secara terpisah dalam *beaker glass*.
2. Dibuat larutan  $\text{NaOH}$  1 N sebanyak 200 ml.
3. Diukur densitas dari ketiga zat tersebut dengan menggunakan piknometer.
4. Ketiga bahan utama tersebut dicampur dalam corong pemisah, yang pertama dimasukkan adalah pelarut organik, *aquadest* kemudian asam asetat.
5. Setelah corong pemisah ditutup, dikocok selama 5 menit, kemudian dидiamkan sampai terbentuk dua lapisan.
6. Setelah terbentuk 2 lapisan, yaitu lapisan bawah dan lapisan atas, kedua lapisan tersebut dipisahkan pada 2 *erlenmeyer* yang berbeda.
7. Diukur volume dan densitas dari kedua lapisan tersebut.
8. Masing- masing lapisan diambil sebanyak 5 ml dan ditambahkan dengan 3 tetes *phenolftalein*.
9. Dititrasi masing-masing lapisan dititrasi dengan  $\text{NaOH}$ , dan dicatat volume  $\text{NaOH}$  yang digunakan.

# ***MODUL III***

## ***Tetapan Kesetimbangan***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hanya sedikit reaksi kimia yang berlangsung satu arah. Kebanyakan merupakan reaksi reversibel. Pada awal reversibel, reaksi berlangsung maju ke arah pembentukan produk. Segera setelah beberapa molekul produk terbentuk, proses balik mulai berlangsung yaitu pembentukan molekul reaktan dari molekul produk. Bila laju reaksi maju dan reaksi balik sama besar dan konsentrasi reaktan dan produk tidak lagi berubah seiring berjalannya waktu, maka tercapailah kesetimbangan kimia (*chemical equilibrium*). Kesetimbangan kimia merupakan proses dinamik. Reaksi kesetimbangan kimia melibatkan zat-zat yang berbeda untuk reaktan dan produknya. Kesetimbangan antara dua fasa dari zat yang sama dinamakan kesetimbangan fisis karena perubahan yang terjadi hanyalah proses fisis. Penguapan air dalam wadah tertutup pada suhu tertentu merupakan contoh kesetimbangan fisis. Dalam kasus ini, molekul H<sub>2</sub>O yang meninggalkan dan yang kembali ke fasa cair sama banyaknya :



Reaksi kimia yang digunakan dalam pemeriksaan kimia sering kali berlangsung bolak balik. Jalannya reaksi berlangsung dalam suatu keadaan luar. Seperti kadar zat yang bereaksi ini pada suhu dan sebagainya. Umpamanya reaksi berikut :



Reaksi ini dapat berjalan searah ataupun dua arah, ke kiri atau ke kanan, seperti ditunjukkan oleh tanda panah pada gambar yang kembar. Reaksi diatas berjalan sampai pada tercapainya kesetimbangan, yaitu sampai tidak terlihat lagi perubahan susunan kimia sistem itu. Tetapi yang penting dalam pemeriksaan itu adalah mengetahui kearah mana reaksi akan berjalan. Kapan kesetimbangan tercapai dan apakah reaksi itu telah berjaan sempurna (Rivai, 1995: 13).

Tetapan kesetimbangan dilambangkan dengan K<sub>c</sub> yang menyatakan tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi (C = konsentrasi). Tetapan kesetimbangan ini sering dilambangkan dengan K saja. Untuk kesetimbangan zat dalam wujud gas, tetapan kesetimbangan dilambangkan dengan K<sub>p</sub> yang menyatakan tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan (P = pressure).

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dirumuskan dalam percobaan ini adalah bagaimana cara menentukan tetapan kesetimbangan suatu reaksi kimia.

## 1.3 Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan tetapan kesetimbangan suatu reaksi kimia.

## 1.4 Manfaat Percobaan

Manfaat dari percobaan ini adalah dapat menentukan tetapan kesetimbangan suatu reaksi kimia.

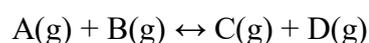
# BAB II TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Tetapan Kesetimbangan

Konstanta kesetimbangan  $K_c$  adalah nilai yang didapat dari hasil kali konsentrasi kesetimbangan dari semua produk dan dibagi dengan konsentrasi kesetimbangan dari seluruh reaktan, dimana konsentrasi dari setiap unsur meningkatkan nilai koefisien di dalam perhitungan kesetimbangan kimia. Bagaimanapun konsentrasi kesetimbangan pada masing-masing unsur dalam percobaan tertentu, konstanta kesetimbangan untuk reaksi dengan temperatur yang konstan selalu memiliki nilai yang sama (McMurry, 1997).

Konstanta kesetimbangan yang dinyatakan dengan fungsi konsentrasi ( $K_c$ ) dapat mempunyai harga yang sangat besar atau sangat kecil. Bila konstanta kesetimbangan ( $K_c$ ) kecil ( $K_c < 1$ ), berarti bahwa pada keadaan kesetimbangan konsentrasi dari produk adalah kecil, sehingga konstanta kesetimbangan yang kecil menunjukkan reaksi bolak-balik tidak

berlangsung dengan baik. Misalnya jika reaksi :



Dengan  $K_c = 10^{-5}$  berarti bahwa campuran A dan B tidak banyak menghasilkan C dan D pada kesetimbangan. Bila konstanta kesetimbangan besar ( $K_c > 1$ ) berarti

bahwa konsentrasi reaktan yang tinggal pada kesetimbangan adalah kecil, sehingga harga konstanta kesetimbangan yang besar menunjukkan bahwa reaksi berlangsung ke kanan dengan baik.

Misalnya untuk reaksi :



Dengan harga  $K_c = 10^5$  berarti campuran E dan F akan berubah hampir sempurna menjadi G dan H.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PERCOBAAN**

#### **3.1 Alat dan Bahan**

##### **3.1.1 Alat**

1. Buret  
Fungsi : sebagai alat untuk melakukan titrasi.
2. Erlenmeyer  
Fungsi : sebagai wadah penyimpanan larutan.
3. Erlenmeyer bertutup  
Fungsi : sebagai wadah berpenutup penyimpanan larutan.
4. Gelas Ukur  
Fungsi : sebagai alat pengukur volume larutan.
5. Labu Ukur  
Fungsi : sebagai alat untuk membuat larutan dengan volume tertentu.
6. Neraca Analitik  
Fungsi : sebagai alat untuk menimbang.
7. Piknometer  
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur densitas.
8. Pipet Tetes  
Fungsi : sebagai alat untuk mengambil sampel cairan dalam jumlah kecil.

### 3.1.2 Bahan

1. Asam Asetat Glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )  
Fungsi : sebagai sampel yang akan dihitung nilai tetapan kesetimbangannya.
2. Asam Klorida ( $\text{HCl}$ )  
Fungsi : sebagai sampel yang akan dihitung nilai tetapan kesetimbangannya dan juga sebagai larutan blanko.
3. Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )  
Fungsi : sebagai sampel yang akan dihitung nilai tetapan kesetimbangannya.
4. Indikator *Phenolphthalein*  
Fungsi : sebagai indikator tercapainya titik kesetimbangan.
5. Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ )  
Fungsi : sebagai pentiter.

### 3.2 Prosedur Percobaan

- a. Pembuatan Larutan Sampel
  1. Ditimbang sebanyak .... gram  $\text{NaOH}$  untuk membuat larutan sampel 2 N dengan volume..... ml.
  2. Dilarutkan dalam .... ml aquades dengan menggunakan labu ukur ..... ml.
  3. Diukur sebanyak .... ml  $\text{HCl}$  untuk membuat larutan sampel 2 N dengan volume..... ml.
  4. Dilarutkan dalam .... ml aquades dengan menggunakan labu ukur ..... ml.
- b. Pencampuran Larutan Sampel
  1. Dibuat campuran larutan didalam erlenmeyer bertutup dengan komposisi sebagai berikut:

Run	HCl (ml)	Etanol (ml)	Asam Asetat Glasial (ml)
1			
2			
3			
4			

2. Dicampurkan masing-masing larutan kedalam erlenmeyer bertutup lalu letakkan pada di dalam pengangas bertermostat atau tempat yang bersuhu konstan.
3. Karena kesetimbangan baru bisa dicapai setelah 1 minggu (minimal 3 hari), maka titrasi dilakukan 1 minggu (minimal 3 hari) setelahnya.

c. Pentitrasian Sampel

1. Catat suhu ruangan.
2. Tambahkan 2-3 tetes indikator *phenolphthalein* ke dalam masing-masing campuran larutan lalu titrasi dengan 2 N NaOH hingga berwarna merah rosa. Catat volume NaOH terpakai.
3. Tambahkan 2-3 tetes indikator *phenolphthalein* ke dalam 5 ml HCl 2 N (larutan blanko) lalu titrasi dengan 2 N NaOH hingga berwatna merah rosa. Catat volume NaOH terpakai.
4. Tentukan mol etanol absolut dan mol asamasetat absolut berdasarkan data massa jenis dan kadar (% kadar dilihat dari tabel botol).
5. Hitung densitas HCl 2 N, etanol dan asam asetat glasial dengan piknometer.

*Lampiran*



**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

**LEMBAR BUKTI RESPONSI**

No. Dokumen	:	FM-GKM-FT-TK- 024-01
Edisi	:	03
Revisi	:	04
Berlaku Efektif	:	12 Desember 2007
Halaman	:	1/1

LABORATORIUM .....

MODUL PRAKTIKUM : .....  
KELOMPOK : .....  
NAMA/NIM : .....  
HARI/TGL. PRAKTIKUM : .....

Medan, .....2020  
Dosen Pembimbing

(.....)

*Dokumen ini milik Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara  
Dilarang memperbanyak atau menggunakan informasi di dalamnya untuk keperluan komersial atau  
yang lainnya tanpa persetujuan pemilik dokumen ini.*



# DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

## LEMBAR BUKTI RESPONSI

No. Dokumen	:	FM-GKM-FT-TK- 024-02
Edisi	:	03
Revisi	:	04
Berlaku Efektif	:	12 Desember 2007
Halaman	:	1/1

LABORATORIUM .....

MODUL PRAKTIKUM : .....

KELOMPOK : .....

NAMA/NIM : .....

HARI/TGL. PRAKTIKUM : .....

Medan, .....2020  
Asisten

(.....)

*Dokumen ini milik Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara  
Dilarang memperbanyak atau menggunakan informasi di dalamnya untuk keperluan komersial atau yang lainnya tanpa  
persetujuan pemilik dokumen ini.*



# DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

## LEMBAR PENUGASAN

No. Dokumen	:	FM-GKM-FT-TK- 024-03
Edisi	:	03
Revisi	:	04
Berlaku Efektif	:	12 Desember 2007
Halaman	:	1/1

LABORATORIUM .....

MODUL PRAKTIKUM : .....

KELOMPOK : .....

NAMA/NIM :1. ....

2. ....

3. ....

HARI/TGL. PRAKTIKUM : .....

Medan, .....2020

Asisten

(.....)

