

PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA FISIKA



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

2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, berkat rahmat dan karunia-Nya, Penuntun Praktikum Kimia Fisika untuk Program S1 dapat diselesaikan dengan baik. Buku Penuntun Praktikum ini dibuat sebagai panduan untuk melaksanakan Praktikum Kimia Fisika, 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 Kimia Fisika dan yang membacanya.

Medan, Februari 2019
Praktikum Kimia Fisika

Penyusun

PERATURAN LABORATORIUM

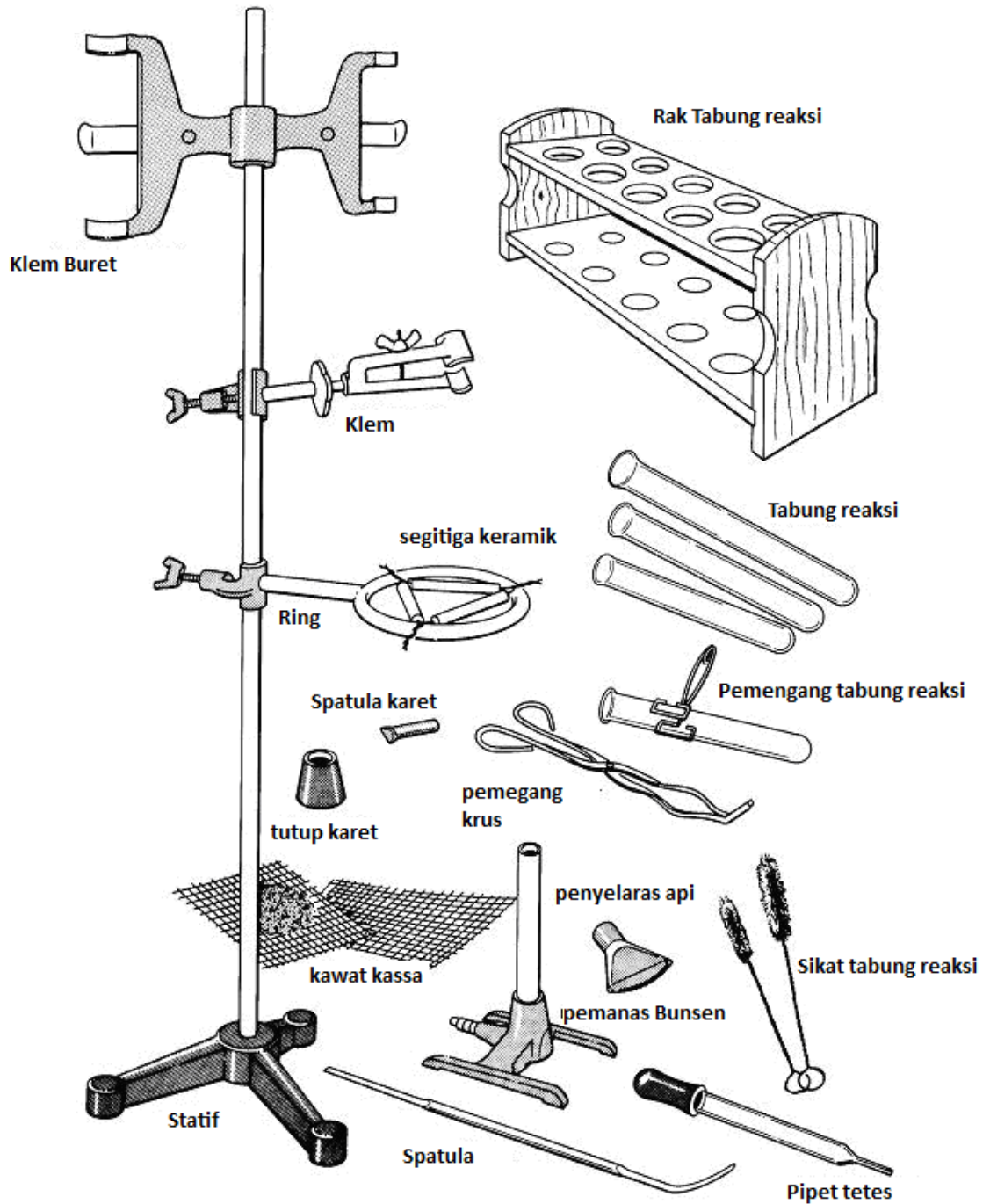
1. Sebelum melakukan praktikum, mahasiswa telah memahami tugas-tugas, prinsip, dan prosedur praktikum. Untuk hal ini dapat dilakukan uji pra praktikum secara lisan maupun tertulis pada waktu yang tidak ditentukan.
2. Setiap praktikan harus datang tepat pada waktunya. Praktikan yang datang terlambat tanpa 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.

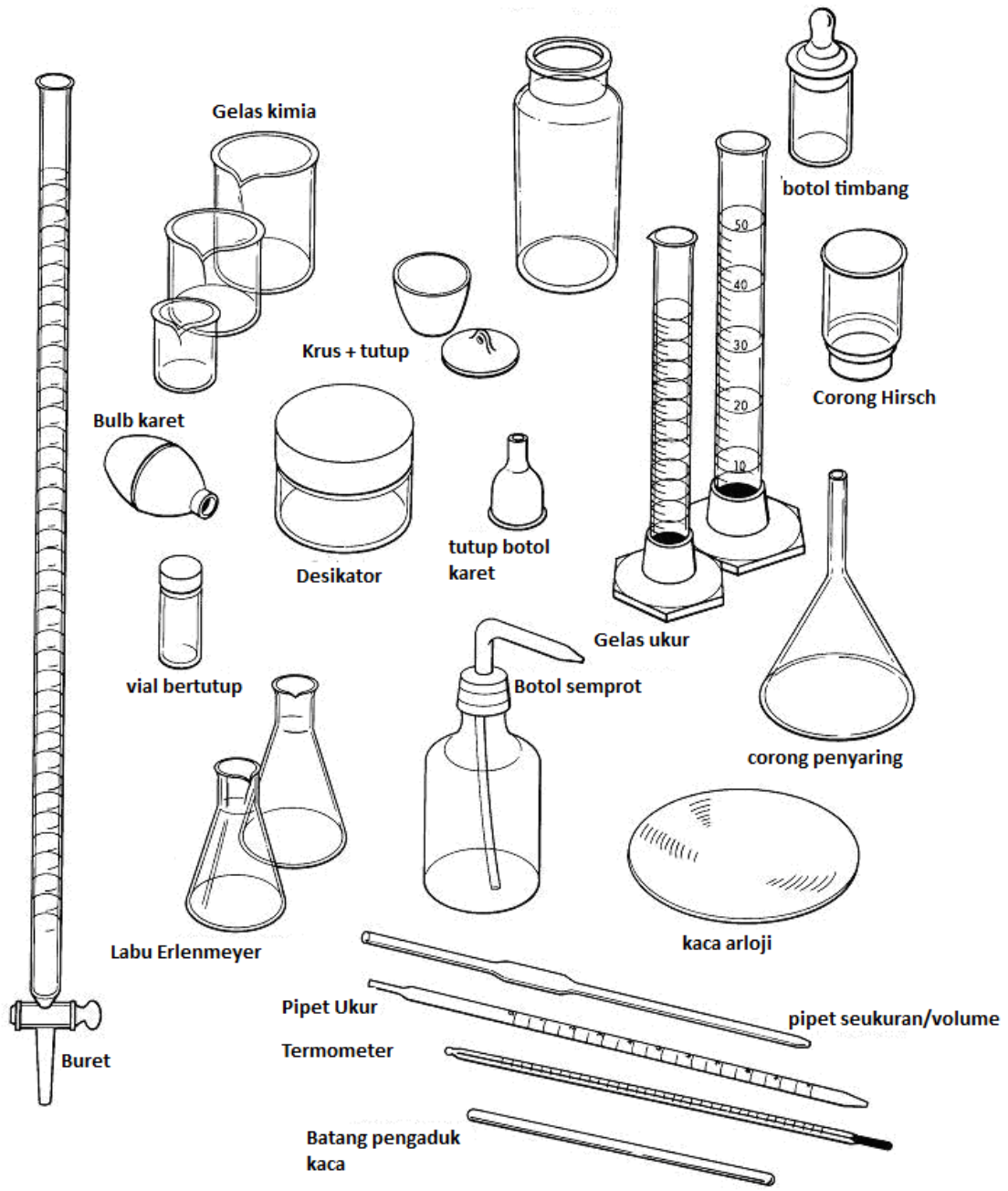
15. Sopan dan tertib selama praktikum
16. Setelah selesai melakukan percobaan, praktikan harus menunjukkan hasil percobaannya kepada asisten.
17. Praktikan wajib membuat laporan praktikum yang bentuknya telah ditentukan dan laporan ini harus disahkan oleh asisten.

Medan, Februari 2019
Kepala Laboratorium Kimia Fisika

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

Peralatan Umum Laboratorium Kimia Fisika





MODUL I

Penentuan Sifat Fisis Cairan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sifat fisik zat adalah segala aspek dari suatu objek atau zat yang dapat diukur atau dipersepsikan tanpa mengubah identitasnya. Sifat fisik dapat berupa sifat intensif atau ekstensif. Sifat intensif tidak tergantung pada ukuran dan jumlah materi pada objek, sedangkan sifat ekstensif bergantung pada hal tersebut. Sebagai tambahan, suatu sifat dapat pula berupa isotropik jika nilainya tidak tergantung arah pengamatan atau anisotropik jika sebaliknya (Anonim, 2013).

Fluida adalah zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah tempatnya atau zat yang akan berdeformasi terus menerus selama dipengaruhi oleh suatu tegangan geser. Bila berada dalam keseimbangan, fluida tidak dapat menahan gaya tangensial atau gaya geser. Semua fluida memiliki suatu derajat kompresibilitas dan memberikan tahanan kecil terhadap perubahan bentuk. Fluida dapat digolongkan kedalam cairan ataupun gas (Karyono, 2008).

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, maka makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. Satuan SI untuk koefisien viskositas adalah Ns/m^2 atau Pascal sekon (Pa.s) (AAK Nasional Surakarta, 2012).

Tegangan permukaan didefinisikan sebagai kerja yang dilakukan dalam memperluas permukaan cairan dengan suatu satuan luas. Satuan untuk tegangan permukaan (γ) adalah J.m^{-2} atau dyne.cm^{-1} . Metode yang paling umum untuk mengukur tegangan permukaan adalah kenaikan atau penurunan cairan dalam pipa kapiler (Francis Weston, 2004).

Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias berfungsi untuk identifikasi zat kemurnian. Alat yang digunakan untuk mengukur indeks bias adalah refraktometer Brix. Untuk mencapai kestabilan, alat harus dikalibrasi dengan menggunakan plat glass standart (Dogra, S.K, 1990).

1.2 Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan ini adalah:

1. Untuk menentukan densitas suatu zat cair.
2. Untuk menentukan viskositas suatu zat cair dengan menggunakan viskosimeter Ostwald.
3. Untuk menentukan tegangan permukaan cairan dengan metode pipa kapiler.
4. Untuk menentukan indeks bias cairan dengan menggunakan refraktometer Brix.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Densitas

Massa jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air).

Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan satu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama.

Densitas (ρ) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

dimana : ρ = densitas fluida (gram/ml)

m = massa fluida (gram)

V = volume fluida (ml)

2.2 Viskositas

Viskositas dapat juga dinyatakan sebagai tahanan aliaran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu

jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi (Kusuma, dkk. 2013).

Viskositas (η) berhubungan dengan besarnya gaya gesekan antar-lapis zat cair itu, dan juga antara zat cair dengan dinding pipanya. Fluida cair yang mengalir di dalam pipa, jenis alirannya dapat berupa aliran laminar atau aliran turbulen. Kedua jenis aliran itu terkait dengan nilai η , massa jenis (ρ), dan kelajuan alir (v) zat cair, serta diameter pipa (D) dimana fluida itu mengalir. Hal itu dinyatakan dalam bilangan Reynold (Re):

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta}$$

(Ningrum, dkk., 2014).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi viskositas, yaitu :

a. Tekanan

Viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan, sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan.

b. Temperatur

Viskositas akan turun dengan naiknya suhu, sedangkan viskositas gas naik dengan naiknya suhu. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi. Molekul-molekul cairan bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

c. Kehadiran zat lain

Penambahan gula tebu meningkatkan viskositas air. Adanya bahan tambahan seperti bahan suspensi menaikkan viskositas air. Pada minyak ataupun gliserin adanya penambahan air akan menyebabkan viskositas akan turun karena gliserin maupun minyak akan semakin encer, waktu alirnya semakin cepat.

d. Ukuran dan berat molekul

Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alkohol cepat, larutan minyak laju alirannya lambat dan kekentalannya tinggi seta laju aliran lambat sehingga viskositas juga tinggi.

e. Berat molekul

Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

f. Kekuatan antar molekul

Viskositas air naik dengan adanya ikatan hidrogen, viskositas CPO dengan gugus OH pada trigliseridanya naik pada keadaan yang sama.

(Kusuma, dkk., 2013)

2.3 Tegangan Permukaan Cairan

Tegangan permukaan adalah gaya persatuan panjang yang harus dikerjakan sejajar permukaan untuk mengimbangi gaya tarikan kedalam pada cairan. hal tersebut terjadi karena pada permukaan, gaya adhesi (antara cairan dan udara) lebih kecil dari pada gaya kohesi antara molekul cairan sehingga menyebabkan terjadinya gaya kedalam pada permukaan cairan (Giancoli, 2001).

Molekul-molekul pada permukaan cairan mempunyai sifat khusus yang tidak dimiliki oleh sebagian besar molekul-molekul dalam cairan. Salah satu sifat khusus ini adalah tegangan permukaan. Apabila jarum diletakkan secara hati-hati di atas permukaan air, jarum akan terapung. Padahal jelas berat jenis jarum lebih besar daripada berat jenis air, sehingga diharapkan jarum akan tenggelam. Terapungnya jarum disebabkan permukaan air seolah-olah diliputi oleh selaput tipis yang berhubungan dengan tegangan permukaan yaitu terbentuknya miniskus apabila dimasukkan cairan ke dalam tabung reaksi. Air yang membasahi dinding kapiler dan akan naik sehingga lebih tinggi daripada permukaan air sekitarnya. Spons yang dapat menyerap air ataupun air yang dapat meresap ke dalam tanah merupakan beberapa contoh yang menunjukkan bahwa tegangan permukaan memang ada (Bird, 1993).

Di dalam zat cair suatu molekul dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya yang sejenis dari segala arah sehingga gaya tarik menarik sesama molekul (kohesi) adalah sama. Pada permukaan zat cair terjadi suatu gaya tarik menarik antar molekul zat cair dengan molekul udara (gaya adhesi). Gaya adhesi lebih kecil bila dibandingkan dengan gaya kohesi, sehingga molekul di permukaan zat cair cenderung untuk masuk ke dalam. Tetapi hal ini tidak terjadi karena adanya gaya yang bekerja sejajar dengan permukaan zat cair untuk mengimbangi. Sedangkan tegangan antar permukaan

karena gaya adhesi antara zat cair untuk mengimbangi gaya kohesi. Sedangkan tegangan antar permukaan selalu lebih kecil dari tegangan permukaan (Lachman, 1994).

2.4 Indeks Bias

Indeks bias merupakan salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari medium suatu bahan. Nilai indeks bias ini banyak diperlukan untuk menginterpretasi suatu jenis data spektroskopi. Indeks bias dari suatu bahan atau larutan merupakan parameter karakteristik yang sangat penting dan berkaitan erat dengan parameter-parameter lain seperti temperatur, konsentrasi dan lain-lain yang sering dipakai dalam optik, kimia dan industri obat-obatan. Indeks bias juga berperan penting dalam beberapa bidang diantaranya dalam teknologi film tipis dan fiber optik. Dalam bidang kimia, indeks bias dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi dan komposisi larutan, untuk menentukan kemurnian dan kadaluarsa dari oli, untuk menentukan kemurnian minyak goreng (Hidayanto, 2010).

Indeks bias merupakan salah satu sifat optik yang banyak digunakan untuk mencirikan keadaan suatu material transparan (Marzuki, 2012). Pembiasan cahaya adalah peristiwa penyimpangan atau pembelokan cahaya karena melalui dua medium yang berbeda kerapatannya optiknya. Arah pembiasan cahaya dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Mendekati garis normal

Cahaya dibiaskan mendekati garis normal jika cahaya merambat dari medium optik kurang rapat ke medium optik lebih rapat, contohnya cahaya merambat dari udara ke dalam air.

2. Menjauhi garis normal

Cahaya dibiaskan menjauhi garis normal jika cahaya merambat dari medium optik lebih rapat ke medium optik kurang rapat, contoh cahaya merambat dari dalam air ke udara.

(Dharmawangsa, 1986).

Hukum Snellius adalah hukum tentang pembiasan cahaya, yang berbunyi :

1. Perbandingan antara sinus sudut datang dengan sinus sudut bias selalu tetap.

2. Jika sinar datang dari medium rapat ke medium yang kurang rapat, sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal.
 3. Jika sinar datang dari medium yang kurang rapat ke medium yang rapat, maka sinar akan dibiaskan mendekati garis normal.
 4. Jika sinar datang tegak lurus bidang maka sinar tidak dibiaskan melainkan diteruskan.
- (Johan, 2008).

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Densitas

3.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. *Aquadest* (H_2O)
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.
2. Heptana (C_7H_{16}), dsb
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.

3.1.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. *Beaker glass*
Fungsi : sebagai wadah larutan.
2. Neraca digital
Fungsi : sebagai alat untuk menimbang bahan.
3. Piknometer
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur densitas larutan.

3.1.3 Prosedur

1. Menimbang piknometer kosong.
2. Piknometer diisi dengan larutan yang akan dicari densitasnya, dimana volume (V) piknometer adalah 25 ml.

3. Piknometer yang berisi sampel ditimbang di neraca digital dan beratnya dikurangkan dengan berat piknometer kosong hingga diperoleh berat zat cair (m).
4. Hitung densitas dengan menggunakan rumus $\rho = m / V$

3.2 Viskositas

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. *Aquadest* (H_2O)
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.
2. Heptana (C_7H_{16}), dsb
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

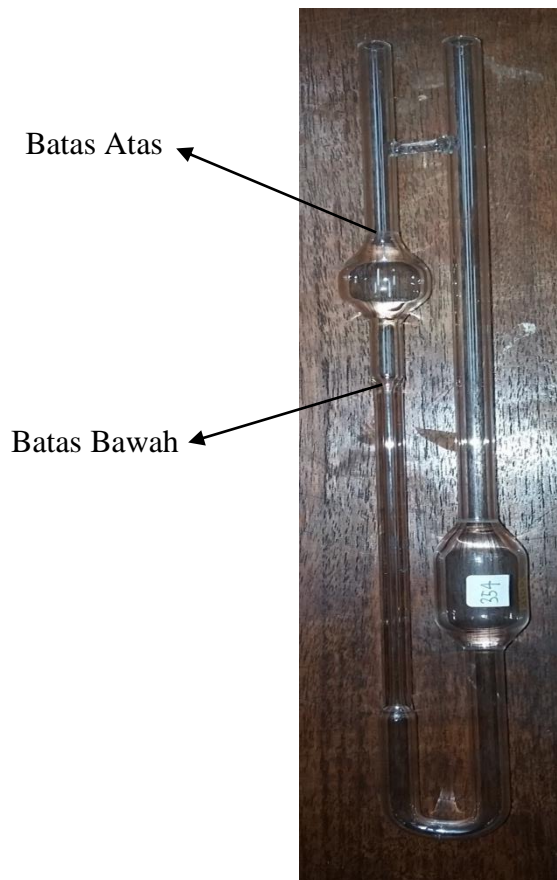
1. *Beaker glass*
Fungsi : sebagai wadah larutan.
2. Gelas ukur
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur volume larutan.
3. Karet penghisap
Fungsi : sebagai alat untuk menghisap cairan pada viskosimeter Ostwald.
4. Neraca digital
Fungsi : sebagai alat untuk menimbang bahan.
5. Penjepit tabung
Fungsi : sebagai alat untuk menjepit tabung reaksi.
6. Piknometer
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur densitas larutan..
7. *Stopwatch*
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur waktu.
8. Termometer
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur temperatur larutan.

9. Viskosimeter Ostwald

Fungsi : sebagai alat untuk mengukur viskositas larutan.

3.2.3 Prosedur

1. Hitung densitas sampel.
2. *Aquadest* dituang sebanyak 15 ml ke dalam viskosimeter dengan suhu ruangan.
3. Kemudian viskosimeter *Ostwald* yang berisi sampel dihisap dengan karet penghisap sampai cairan melewati batas atas.
4. Sampel dibiarkan turun hingga batas bawah dengan cara melepaskan karet penghisap dan selama sampel melewati batas atas hingga batas bawah dihitung waktu yang diperlukan lalu dicatat.
5. Prosedur 3-4 diulangi hingga dua kali dengan variasi suhu ... °C dan ... °C.
6. Prosedur 2-5 diulangi untuk sampel lainnya.



Gambar 1.Viskosimeter Ostwald

3.3 Tegangan Permukaan Cairan

3.3.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. *Aquadest* (H_2O)
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.
2. Heptana (C_7H_{16}), dsb
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.

3.3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. *Beaker glass*
Fungsi : sebagai wadah larutan.
2. Kertas Milimeter
Fungsi : untuk melihat perbedaan ketinggian sampel.
3. Pipa kapiler
Fungsi : sebagai alat untuk melakukan percobaan tegangan permukaan cairan.
4. Pipe tetes
Fungsi : sebagai alat untuk mengambil sampel cairan dalam jumlah yang kecil.
5. Termometer
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur temperatur larutan.

3.3.3 Prosedur

1. Hitung densitas sampel.
2. Tabung (gelas ukur) diisi sampel secukupnya.
3. Pipa dimasukkan kedalamnya, maka sampel dalam pipa kapiler akan naik.
4. Permukaan kapiler akan turun sampai tetap (mencapai kesetimbangan). Dicatat permukaan pada kapiler dan permukaan pada tabung (gelas ukur) bawah, selisihnya adalah tinggi h .

5. Ulangi percobaan ini sampai 3 kali pengamatan kemudian diganti dengan cairan yang akan diselidiki harganya.

3.4 Indeks Bias

3.4.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. *Aquadest* (H_2O)
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.
2. Heptana (C_7H_{16}), dsb
Fungsi : sebagai sampel dalam percobaan.

3.4.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. Bak termostat
Fungsi : sebagai wadah yang bertemperatur konstan.
2. *Beaker glass*
Fungsi : sebagai wadah larutan.
3. Neraca digital
Fungsi : sebagai alat untuk menimbang bahan.
4. Pipet tetes
Fungsi : sebagai alat untuk mengambil sampel cairan dalam jumlah yang kecil.
5. Refraktometer Brix
Fungsi : sebagai alat untuk mengukur indeks bias.

3.4.3 Prosedur

1. Ambil alat Refraktometer Brix.
2. Buka *day light plate*.
3. Prisma dan *day light plate* dibersihkan dengan aquades, kemudian diseka secara satu arah dengan tisu.
4. Teteskan sampel cairan ke prisma refraktometer hingga menutupi seluruh permukaan prisma, jangan sampai ada gelembung.

5. Tutup kembali *day light plate*.
6. Arahkan prisma secara horizontal ke daerah yang terang.
7. Lihat dan catat hasil pengukuran melalui *eye piece* sehingga terlihat garis perbatasan antara biru dan putih.
8. Setelah digunakan, prisma dan *day light plate* di bersihkan kembali dengan aquades kemudian diseka dengan secara satu arah dengan tisu.



Gambar 2. Refraktometer Brix

MODUL II

Isoterm Adsorpsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem penyerapan atau sistem adsorpsi banyak sekali digunakan baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia industri. Sistem adsorpsi biasa digunakan pada sistem penjernihan air, penyerapan air pada *septic tank*, sistem penyerapan limbah, sebagai katalis reaksi, penyimpan gas (*gas storage*), sistem pendingin, pemurnian gas (*gas purification*), dan lain-lain. Pada sistem adsorpsi, media penyerapnya disebut adsorben dan zat yang terserap disebut adsorbat (Hendra, 2008).

Salah satu sifat penting dari permukaan zat adalah adsorpsi. Seperti halnya kinetika kimia, kinetika adsorpsi juga berhubungan dengan laju reaksi. Hanya saja, kinetika adsorpsi lebih khusus, yang hanya membahas sifat penting dari permukaan zat. Adsorpsi digunakan untuk menyatakan bahwa zat lain yang terserap pada zat itu, misalnya karbon aktif dapat menyerap molekul asam asetat dalam larutannya. Tiap partikel adsorban dikelilingi oleh molekul yang diserap karena terjadi interaksi tarik-menarik. Zat-zat yang terlarut dapat diadsorpsi oleh zat padat, misalnya CH_3COOH oleh karbon aktif, NH_3 oleh karbon aktif, fenoltalein dari larutan asam atau basa oleh karbon aktif, Ag^+ atau Cl^- oleh AgCl (Wibawa, 2008).

Oleh karena itu, perlu dilakukan praktikum isoterm adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif sebagai sampel untuk mengetahui bagaimana proses penentuan isoterm adsorpsi itu sendiri, terutama menurut Freundlich.

1.2 Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan ini adalah :

1. Memahami penentuan persamaan isoterm menurut Freundlich pada proses adsorpsi asam oleh karbon aktif.
2. Memahami penerapan konsep mol pada percobaan isoterm adsorpsi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Berbeda dengan absorpsi yang merupakan penyerapan fluida oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan. Adsorpsi adalah pengumpulan dari adsorbat di atas permukaan adsorben, sedang absorpsi adalah penyerapan dari adsorbat ke dalam adsorben dimana disebut dengan fenomena *sorption*. Materi atau partikel yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedangkan bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi disebut adsorben (Arfandi, 2014).

2.1.1 Adsorben

Adsorben merupakan bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikelnya. Karena pori-porinya biasa kecil maka luas permukaan dalam mencapai beberapa orde besaran lebih besar dari permukaan luar dan bisa sampai $2000 \text{ m}^2/\text{gr}$. (Asyhar, 2014).

2.1.2 Adsorbat

Adsorbat adalah zat yang teradsorpsi zat lain. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi adalah luas permukaan adsorben, ukuran pori adsorben, kelarutan zat terlarut, pH, dan temperatur (Fitri, 2013).

2.2 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi adalah hubungan empiris yang digunakan untuk memprediksi berapa banyak zat terlarut yang dapat diserap oleh abu batubara. Adsorpsi isoterm didefinisikan sebagai representasi grafis yang menunjukkan hubungan antara jumlah tersebut diserap oleh satuan berat adsorben dan jumlah adsorbat yang tersisa dalam media uji pada kesetimbangan, dan menunjukkan distribusi zat terlarut yang dapat diserap antara fasa cair dan padat pada berbagai konsentrasi ekuilibrium adsorpsi dari

larutan berair pada ekuilibrium biasanya digambarkan oleh isoterm Langmuir, isoterm Freundlich atau BET isoterm (Agarwal, dkk., 2014).

2.3 Daya Adsorpsi Karbon Aktif

Untuk menentukan kondisi mana yang terjadi adsorpsi optimum, maka perlu ditentukan pada kondisi mana proses adsorpsi paling besar. Oleh karena itu perlu dilakukan persentase adsorpsi (Estiaty, 2014). Persentase adsorpsi dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$\% \text{ adsorpsi} = \frac{C \text{ awal} - C \text{ akhir}}{C \text{ awal}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4 Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich adalah hubungan awal yang diketahui yang menggambarkan adsorpsi non-ideal dan reversibel, tidak terbatas pada pembentukan *monolayer*. Model empiris ini dapat diterapkan pada adsorpsi *multilayer*, dengan distribusi panas dan afinitas adsorpsi yang tidak seragam di atas permukaan heterogen (Shahbeig, dkk., 2013).

Bentuk persamaan isoterm adsorpsi menurut Freundlich dapat dilihat pada persamaan (2).

$$\frac{X}{m} = k C^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Apabila dilogartmakan, persamaan akan menjadi:

$$\log x/m = \log k + 1/n \log C \quad (3)$$

Dimana :

x = Jumlah zat yang diserap

m = Berat adsorben

C = Konsentrasi zat setelah adsorpsi

n dan k = Konstanta yang diperoleh dari percobaan

(Estiaty, 2014)

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan di dalam percobaan ini adalah :

1. *Aquadest* (H_2O)
Fungsi : sebagai pelarut.
2. Karbon Aktif
Fungsi : sebagai adsorben.
3. Asam Asetat (CH_3COOH)
Fungsi : sebagai larutan sampel.
4. Asam Oksalat Dihidrat ($C_2H_2O_4$). $2H_2O$
Fungsi : sebagai titran dalam percobaan standarisasi NaOH.
5. Indikator *Phenolphthalein* ($C_{20}H_{14}O_6$)
Fungsi : sebagai indikator dalam titrasi.
6. Natrium Hidroksida (NaOH)
Fungsi : sebagai titrat dalam titrasi larutan sampel.

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan di dalam percobaan ini adalah :

1. *Beaker glass*
Fungsi : sebagai wadah untuk melatakan sampel.
2. Buret
Fungsi : untuk menitrasi sampel.
3. Corong gelas
Fungsi : sebagai alat bantu untuk menuang kegelas ukur atau buret.
4. *Erlenmeyer*
Fungsi : sebagai tempat larutan yang akan dititrasi.
5. Gelas ukur
Fungsi : untuk mengukur volume larutan.
6. Kertas saring *Whatman*
Fungsi : sebagai penyaring residu.

7. Pipet tetes
Fungsi : untuk mengambil larutan dalam volume kecil.
8. Statif dan klem
Fungsi : sebagai tempat menjepit buret.
9. Neraca elektrik
Fungsi : sebagai alat untuk menimbang sampel.
10. Batang pengaduk
Fungsi : untuk mengaduk sampel.
11. Penjepit tabung
Fungsi : untuk menjepit *erlenmeyer* pada saat memanaskan karbon aktif.
12. Labu ukur
Fungsi : sebagai wadah pembuatan larutan sesuai dengan konsentrasinya.
13. *Waterbath*
Fungsi : untuk memanaskan air pada suhu yang konstan.

3.3 Prosedur Percobaan

3.3.1 Penyiapan Larutan NaOH Y N

1. NaOH ditimbang sebanyak x gram untuk konsentrasi y N.
2. NaOH dimasukkan ke dalam labu ukur dan diisi *aquadest* sedikit lalu di kocok.
3. *Aquadest* ditambahkan sampai batas dibawah garis pada labu ukur lalu sisanya dipipetkan sampai mencapai batas garis pada labu ukur.
4. Labu ukur kemudian dikocok sampai NaOH larut.

3.3.2 Standarisasi Larutan NaOH

1. Larutan ($C_2H_2O_4$) y N dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* sebanyak 25 ml, dan ditambahkan 3 tetes *phenolphthalein*.
2. Larutan tersebut kemudian dititrasi dengan larutan NaOH yang telah distandarisasi sampai terjadi perubahan warna indikator menjadi merah muda yang stabil.

3. Volume NaOH yang terpakai pun dicatat.
4. Konsentrasi NaOH kemudian dapat dihitung.

3.3.3 Standarisasi Larutan Asam Asetat sebagai Konsentrasi Awal (C_{awal})

1. Larutan sampel yaitu asam asetat dibuat dengan konsentrasi tertentu (sesuai penugasan)
2. Volume yang diperlukan sebanyak x ml (sesuai penugasan) untuk masing-masing sampel sesuai penugasan (misal : 0,3 M ; 0,2 M ; 0,1 M ; 0,06 M ; dan 0,03 M).
3. Indikator *phenolphtaleini* ditambahkan sebanyak 3 tetes ke dalam sampel.
4. Titrasi dilakukan pada sampel dengan larutan NaOH yang telah distandarisasi.
5. Volume NaOH yang digunakan kemudian dicatat.
6. Konsentrasi asam asetat dihitung sebagai konsentrasi awal.

3.3.4 Prosedur Percobaan Adsorpsi Menurut Freundlich

1. Karbon aktif ditimbang sebanyak x gram (sesuai penugasan) dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer*.
2. Karbon aktif diaktivasi dengan cara dipanaskan pada *waterbath* $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama x menit (sesuai penugasan).
3. Setelah itu, karbon aktif didinginkan sampai dengan suhu ruangan.
4. *Erlenmeyer* disiapkan sebanyak lima buah, kemudian masukkan masing-masing x gram (sesuai penugasan) karbon aktif.
5. Setiap labu *erlenmeyer* yang berisi x gram (sesuai penugasan) karbon aktif ditambahkan 100 ml larutan sampel dengan variasi konsentrasi tertentu.
6. Larutan didiamkan selama x jam (sesuai penugasan) setiap $1/x$ menit (sesuai penugasan) dilakukan pengadukan.
7. Masing-masing larutan disaring dengan kertas saring.

8. Sebanyak x ml (sesuai penugasan) filtrat untuk sampel (sesuai penugasan misal : 0,3 M ; 0,2 M ; 0,1 M ; 0,06 M ; 0,03 M), dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* serta ditambahkan 3 tetes indikator *phenolphthalein*.
9. Titrasi dilakukan dengan larutan NaOH yang telah distandarisasi sampai terjadi perubahan warna indikator menjadi merah muda yang stabil.
10. Volume NaOH yang digunakan dicatat.
11. Konsentrasi asam asetat dihitung sebagai konsentrasi akhir.

MODUL III

Sel Galvani dan Elektrolisis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Elektrokimia adalah cabang ilmu kimia yang berkenaan dengan interkonveksi energi listrik dan energi kimia. Proses elektrokimia adalah reaksi redoks (oksidasi-reduksi) di mana dalam reaksi ini energi yang dilepaskan oleh reaksi spontan diubah menjadi listrik atau di mana energi listrik digunakan untuk reaksi yang nonspontan bisa terjadi. Reaksi elektrokimia dapat dibagi dalam dua macam, yaitu: Reaksi yang menghasilkan arus listrik (proses yang terjadi dalam baterai) dan reaksi yang dihasilkan oleh arus listrik elektrolisis (Keenan, 1992).

Proses elektrokimia membutuhkan media pengantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem reaksi yang dinamakan larutan. Larutan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu larutan elektrolit kuat, larutan elektrolit lemah dan larutan bukan elektrolit. Larutan elektrolit kuat merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut yang dapat mengantarkan arus listrik sangat baik sehingga proses serah terima elektron berlangsung cepat dan energi yang dihasilkan relatif besar. Sedangkan larutan elektrolit lemah merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut cenderung terionisasi sebagian sehingga dalam proses serah terima elektron relatif lambat dan energi yang dihasilkan kecil. Namun demikian proses elektrokimia tetap terjadi. Untuk larutan bukan elektrolit, proses serah terima elektron tidak terjadi. Pada proses elektrokimia tidak terlepas dari logam yang dicelupkan pada larutan disebut elektroda. Terdiri dari katoda dan anoda. Sel elektrokimia terdiri dari sel volta dan sel elektrolisis. Walaupun masing-masing sel sama-sama akan mengalami proses kimia tetapi terdapat perbedaan yang sangat besar (Harahap, 2016). Sel elektrokimia yang dibicarakan menghasilkan listrik sebagai hasil perubahankimia spontan. Sel ini disebut sel galvani (galvanic) atau volta (voltaic). Kemungkinanlain yang dibicarakan kemudian adalah produksi perubahan kimia nonspontan melalui pemakaian listrik (Petrucci, 1985).

Di dalam bidang teknik kimia, proses elektrokimia ini sangat banyak dilakukan dalam berbagai bidang industri, misalnya digunakan dalam berbagai pemanfaatan seperti penyepuhan atau pelapisan atau elektroplating, sintesa atau pembuatan zat

tertentu dan pemurnian logam. Maka dari itu, sangatlah penting untuk mempelajari serta mempraktikkan modul sel elektrolisis dan sel galvanik ini.

1.2 Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan ini adalah:

1. Menentukan bilangan Avogadro (N_0) serta mempraktikkan konsep bilangan Avogadro (N_0).
2. Menyusun dan mengukur GGL sel elektrik (sel elektrokimia).
3. Menguji persamaan Nerst.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrolisis untuk Menentukan Bilangan Avogadro

Bilangan Avogadro (lambang: L atau N_0) dinamakan sebagai tetapan Avogadro atau konstanta Avogadro. Bilangan Avogadro adalah banyaknya "entitas" (biasanya atom atau molekul) dalam satu mol, yang merupakan jumlah atom karbon-12 dalam 12 gram (0,012 kilogram) karbon-12 dalam keadaan dasarnya.

Suatu tetapan yang sangat penting dalam bidang kimia adalah bilangan Avogadro (N_0). Ada macam – macam metode untuk menentukan bilangan itu. Metode yang paling tepat adalah kristalografi sinar –X. Analisis kristalografi sinar-X hanya dilakukan para spesialis yakni kristalografer. Pengukuran dan pemrosesan data yang diperlukan membutuhkan pengetahuan dan pengalaman yang banyak. Sehingga kristalografi sulit dilakukan jika untuk percobaan mahasiswa. Dalam percobaan ini, kita akan menentukan bilangan Avogadro secara elektrolisis (Sri Wahyuni, 2011)

Elektrolisis adalah peristiwa berlangsungnya reaksi kimia oleh arus listrik. Aliran listrik melalui suatu konduktor (penghantar) melibatkan perpindahan elektron dari potensial negatif tinggi ke potensial lainnya yang lebih rendah. Mekanisme dari transfer ini tidak sama untuk berbagai konduktor. Dalam penghantar elektronik, seperti padatan dan lelehan logam, penghantaran berlangsung melalui perpindahan elektron langsung melalui penghantar dari potensial yang diterapkan. Dalam hal ini, atom-atom penyusun penghantar listrik tidak terlibat dalam proses

tersebut. Akan tetapi penghantar elektrolitik yang mencakup larutan elektrolit dan lelehan garam-garam. Pengantaran berlangsung melalui perpindahan ion-ion baik positif maupun negatif menuju elektroda-elektroda. Migrasi ini tidak hanya melibatkan perpindahan listrik dari suatu elektroda ke elektroda lainnya tetapi juga melibatkan adanya transport materi dari suatu bagian konduktor ke bagian lainnya. (Sri Mulyati, 2003)

C (Coulomb) adalah satuan muatan listrik, dan 1 C adalah muatan yang dihasilkan bila arus 1 A (Ampere) mengalir selama 1 s. Tetapan fundamental listrik adalah konstanta Faraday F , $9,65 \times 10^4$ C, yang didefinisikan sebagai kuantitas listrik yang dibawa oleh 1 mol elektron. Dimungkinkan untuk menghitung kuantitas mol perubahan kimia yang disebabkan oleh aliran arus listrik yang tetap mengalir untuk rentang waktu tertentu (Sri Mulyati, 2003)

Hukum elektrolisis Faraday berbunyi :

1. Jumlah zat yang dihasilkan di elektroda sebanding dengan jumlah arus listrik yang melalui sel.
2. Bila sejumlah tertentu arus listrik melalui sel, jumlah mol zat yang berubah di elektroda adalah konstan tidak bergantung jenis zat. Misalnya, kuantitas listrik yang diperlukan untuk mengendapkan 1 mol logam monovalen adalah 96 485 C (Coulomb) tidak bergantung pada jenis logamnya

(Ralph Petrucci, 2000)

2.2 Persamaan Nerst

Sebuah sel elektrokimia yang beroperasi secara spontan disebut sel galvani (sel volta). Sel ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik, yang dapat digunakan untuk melakukan kerja. Sebuah sel dimana potensial luar yang berlawanan menyebabkan reaksi berlangsung dalam arah berlawanan secara spontan disebut sel elektrolisis, sel seperti ini menggunakan energi listrik yang dihasilkan oleh rangkaian luar untuk melakukan reaksi kimia yang sebenarnya tidak dapat berlangsung. Jika sebuah sel diubah menjadi sel elektrolisis dengan penambahan sumber potensial luar yang berlawanan arah dengan aliran elektron, juga terdapat sebuah pembalikan pada posisi anoda dan katoda, dalam sel elektrolisis oksidasi berlangsung di elektroda perak karena menjadi anoda dan tembaga menjadi katoda (Oxtoby, dkk, 2001).

Arus listrik mengalir dari anoda ke katoda karena ada selisih energi potensial listrik diantara kedua elektroda. Selisih potensial listrik diantara anoda dan katoda diukur dengan voltmeter dan angkanya (dalam volt) disebut voltase sel. Namun dua istilah lain, gaya elektromotif atau emf (E) dan potensial sel juga digunakan untuk menyatakan voltase sel. Voltase suatu sel bergantung tidak hanya pada jenis elektroda dan ion-ionnya, tetapi juga pada konsentrasi ion dan suhu dimana sel bekerja (Chang, 2009: 198).

Susunan unsur-unsur logam berdasarkan potensial elektrode standarnya disebut deret elektrokimia atau deret volta. Berikut urutan deret volta:

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret volta menandakan logam semakin reaktif (semakin mudah melepas elektron) dan logam merupakan reduktor yang semakin kuat (mudah mengalami oksidasi atau reduktor). Sebaliknya, semakin kanan kedudukan logam dalam deret volta menandakan, logam semakin kurang reaktif (semakin sukar melepas elektron) dan kationnya merupakan oksidator yang semakin kuat (mudah mengalami reduksi atau oksidator). Jadi, logam yang terletak lebih kiri lebih reaktif daripada logam-logam yang di kanannya. Oleh karena itu, logam yang terletak lebih kiri dapat mendesak logam yang lebih kanan dari senyawanya (Achmad, 2001).

Menurut Oxtoby, dkk (2001), penelitian Michael Faraday menunjukkan hubungan kuantitatif langsung antara zat yang bereaksi di katoda dan anoda dan muatan listrik yang melewati sel. Pengamatan ini merupakan inti dari Hukum Faraday, yang dinyatakan sebagai :

1. Massa zat tertentu yang dihasilkan atau dipakai pada suatu elektroda berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang melalui sel.
2. Massa ekuivalen zat yang berbeda dihasilkan atau dipakai pada elektroda dengan melewati jumlah tertentu muatan listrik melalui sel.

Hukum e untuk sebuah elektron tunggal (dinyatakan dalam coulomb) telah ditentukan dengan akurat menjadi :

$$e = 1,6021773 \times 10^{-19} \text{ C}$$

sehingga jumlah muatan yang ditunjukkan oleh 1 mol elektron adalah

$$Q = (6,022137 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}) (1,6021773 \times 10^{-19} \text{ C}) = 96.485,31 \text{ C mol}^{-1}$$

jumlah muatan ini disebut tetapan Faraday (Oxtoby, dkk, 2001: 387).

Persamaan nernst menghubungkan potensial arus dengan aktivitas zat yang ikut serta dalam reaksi sel. Fungsi Gibbs berhubungan dengan komposisi dengan,

$$\Delta G_t = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q \quad (2.2)$$

Oleh karena itu,

$$E = - \frac{\Delta G_t}{nF} = - \frac{\Delta G^{\circ}}{nF} - \frac{RT}{nF} \ln Q \quad (2.3)$$

Suku pertama dibagian kanan persamaan ini disebut potensial sel standar dandinyatakan dengan

$$-nFE^{\circ} = \Delta G^{\circ} \quad (2.4)$$

ini adalah fungsi Gibbs standar dari reaksi itu yang dinyatakan sebagai potensial (dalam volt), dengan demikian :

$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q \quad (2.5)$$

persamaan tersebut disebut persamaan nernst untuk potensial sel arus nol pada seluruh komposisi sel (Atkins, 1996).

Pada sel elektrik, elektronakan mengalir dari anoda ke katoda. Hal ini akan menimbulkan perbedaan potensial antara kedua elektroda. Perbedaan potensial akan mencapai maksimum ketika tidak ada arus listrik yang mengalir. Perbedaan maksimum ini dinamakan GGL sel atau E_{sel} . Nilai E_{sel} bergantung pada berbagai factor. Bila konsentrasi larutan 1,0 M dan suhu sistem 298 K (25°C), E_{sel} berada pada keadaan standard an disimbolkan dengan E°_{sel} .

Salah satu factor yang mempengaruhi E_{sel} adalah konsentrasi. Persamaan yang menghubungkan konsentrasi dengan E_{sel} dinamakan persamaan Nerst. Bentuk persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$E_{\text{sel}} = E^{\circ}_{\text{sel}} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_C^c a_D^d \dots}{a_A^a a_B^b \dots} \quad (2.6)$$

$a_A^a, a_B^b, a_C^c, a_D^d, \dots$ adalah aktivitas dipangkatkan dengan koefisien reaksi.

F = konstanta faraday

n = jumlah elektron yang dipertukarkan dalam reaksi redoks.

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Percobaan Sel Elektrolisis

3.1.1 Alat dan Bahan Percobaan

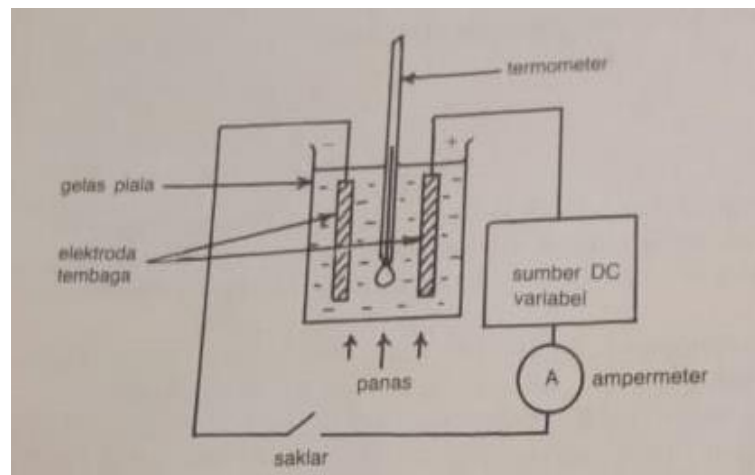
Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Amperemeter
Fungsi : Untuk mengukur kuat arus.
2. *Aquadest*
Fungsi : Sebagai pelarut
3. Bunsen
Fungsi : Memanaskan larutan
4. Dua buah lempeng tembaga
Fungsi : Sebagai elektroda
5. Beaker glass 100 ml
Fungsi : Sebagai wadah percobaan.
6. Kasa dan kaki tiga
Fungsi : Sebagai penyangga.
7. NaCl
Fungsi : Sebagai bahan dalam larutan A
8. NaOH
Fungsi : Sebagai bahan dalam larutan A
9. *Stopwatch*
Fungsi : Untuk mengukur waktu.
10. *Power supply*
Fungsi : Sebagai sumber arus DC.
11. Termometer
Fungsi : Untuk mengukur temperatur.

3.1.2 Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan elektrolisis untuk menentukan bilangan Avogadro adalah:

1. Dibersihkan elektroda tembaga dengan amplas.
2. Salah satu elektroda digunakan sebagai anoda. Ditimbang elektroda tersebut pada neraca analitik.
3. Kedua elektroda tembaga dimasukkan ke dalam 80 mL larutan A dan rangkaian listrik disusun seperti pada gambar berikut:



4. Dipanaskan Erlenmeyer sampai suhu mencapai 80 °C dan dijaga konstan.
5. Ketika suhu sudah konstan, aliran listrik dihubungkan dan dialirkan melalui larutan A, kemudian dimulai mencatat waktu dengan *stopwatch* secara bersamaan. Arus listrik harus dijaga konstan selama percobaan yaitu 1,5 A (dapat dibaca pada amperemeter).
6. Setelah 10 menit aliran listrik dimatikan, anoda dibersihkan dengan air, kemudian dikeringkan.
7. Diimbang kembali anoda dan dicatat massanya.

3.2 Percobaan Sel Galvani

3.2.1 Alat dan Bahan Percobaan

Alat dan bahan pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

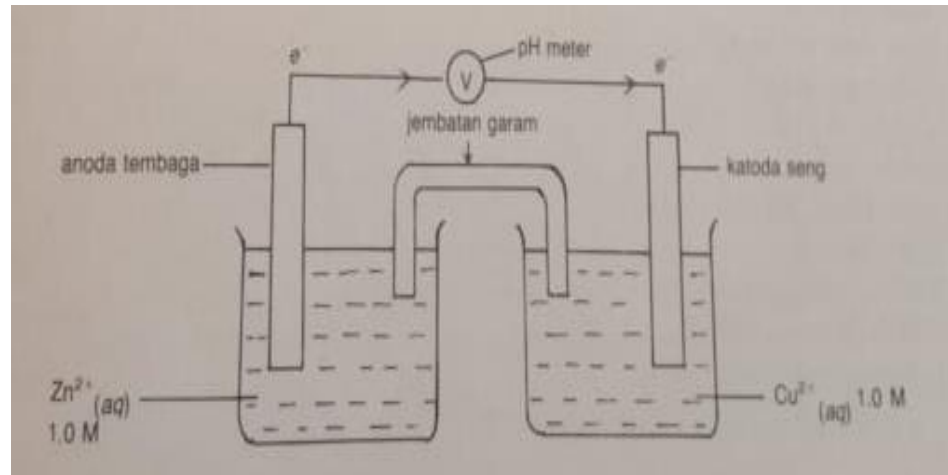
1. *Beaker glass*
2. CuSO_4
Fungsi : Sebagai sampel.
3. Lempeng seng

- Fungsi : Sebagai elektroda.
4. Lempeng tembaga
 5. Fungsi : Sebagai elektroda.
 6. NH_4NO_3 (atau KNO_3)
Fungsi : Sebagai larutan garam.
 7. Penjepit
Fungsi : Untuk menjepit elektroda.
 8. Potensiometer
Fungsi : Untuk mengukur tegangan.
 9. Termometer
Fungsi : Untuk mengukur temperatur
 10. ZnSO_4
Fungsi : Sebagai larutan sampel

3.2.2 Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan persamaan Nerst adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan potongan lembaran tembaga dan seng dengan ukuran sesuai penugasan. Bersihkan permukaan logam dengan kertas amplas.
2. Disiapkan larutan jenuh ammonium sitrat atau kalium nitrat (kurang lebih 10-20 mL). sebagai jembatan garam, diambil selembar kertas saring kemudian digulung dan direkatkan dengan selotip pada bagian tengahnya untuk mencegah gulungan terbuka.
3. Disiapkan dua buah Erlenmeyer 100 mL kemudian diisi dengan larutan 1 M CuSO_4 dan yang satunya lagi diisi dengan 1 M ZnSO_4 . Dichelupkan elektroda-elektroda logam dan hubungkan dengan kabel seperti terlihat pada gambar:



4. Kertas saring dicelupkan ke dalam larutan ammonium nitrat, hilangkan kelebihan ammonium nitrat dengan kertas saring lain, kemudian ditempatkan sedemikian rupa sehingga kedua ujung gulungan tercelup ke dalam larutan yang berada pada kedua Erlenmeyer. Amati nilai GGL dengan menggunakan pH meter yang diatur dengan satuan mV. Catat polaritas kedua elektroda pada pengukuran tersebut, kemudian dicatat suhu larutan.
5. Diulangi percobaan untuk variasi larutan CuSO_4 yang lebih encer.

MODUL IV

Kenaikan Titik Didih

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sifat koligatif larutan adalah merupakan salah satu sifat larutan yang tidak bergantung pada jenis zat yang terlarut tetapi hanya bergantung pada banyaknya partikel-partikel atau konsentrasi partikel zat terlarutnya (konsentrasi zat terlarut). Sifat koligatif larutan terdiri dari dua jenis, yaitu sifat koligatif larutan elektrolit dan sifat koligatif larutan non elektrolit (Suryani, 2011).

Titik didih zat cair adalah suhu tetap pada saat zat cair mendidih. Pada suhu ini, tekanan uap zat cair sama dengan tekanan udara di sekitarnya. Hal ini menyebabkan terjadinya penguapan di seluruh bagian zat cair. Titik didih zat cair diukur pada tekanan 1 atmosfer. Dari hasil penelitian, ternyata titik didih larutan selalu lebih tinggi dari titik didih pelarut murninya (Khoyriyah., dkk, 2014).

Kenaikan titik didih adalah bertambahnya titik didih larutan relatif terhadap titik didih pelarut murninya. Titik didih larutan adalah suhu dimana tekanan uap larutan sama dengan tekanan uap pelarut murninya. Penurunan titik beku adalah berkurangnya titik beku suatu larutan relatif terhadap titik beku pelarut murninya. Tekanan uap adalah tekanan gas yang berada diatas zat cair dalam tempat tertutup, dimana gas dan zat cair berbeda dalam keseimbangan dinamis. Tekanan osmosis adalah tekanan yang diberikan pada larutan yang dapat menghentikan perpindahan molekul-molekul pelarut kedalam larutan melalui membran semi permeabel dari cairan yang encer ke cairan yang lebih pekat (Khoirunnisa, 2012).

Percobaan kenaikan titik didih ini perlu dilakukan karena banyak digunakan dalam industri kimia khususnya prinsip kenaikan titik didih banyak dipakai untuk menghasilkan zat yang murni ataupun untuk menghasilkan zat dalam bentuk kristalnya. Beberapa metode pemisahan yang memakai prinsip kenaikan titik didih antara lain distilasi dan evaporasi.

1.2 Tujuan Percobaan

Adapun tujuan dari percobaan ini adalah:

1. Menentukan kenaikan titik didih beberapa larutan dengan metode *Landsberger*.
2. Menentukan pengaruh fraksi mol zat terlarut (X_t) terhadap penurunan tekanan uap larutan (ΔP).
3. Menentukan pengaruh molalitas terhadap kenaikan titik didih (ΔT_d) larutan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat Koligatif Larutan

Larutan non ideal mempunyai sifat fisika yang berubah dari keadaan idealnya. Sifat ini disebut sebagai sifat koligatif larutan yang hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung pada sifat dan keadaan partikel. Larutan yang memiliki sifat koligatif harus memenuhi dua asumsi yaitu zat terlarut tidak mudah menguap sehingga tidak memberikan kontribusi pada uapnya. Asumsi yang kedua adalah zat terlarut tidak larut dalam pelarut padat. Sifat koligatif larutan dapat digunakan untuk menentukan massa molekul relatif suatu zat (Laksono, 2004).

2.2 Kenaikan Titik Didih

Hasil eksperimen Raoult menunjukkan bahwa Kenaikan titik didih larutan akan semakin besar apabila konsentrasi (molal) dari zat terlarut semakin besar. Titik didih larutan akan lebih tinggi dari titik didih pelarut murni. Hal ini juga diikuti dengan penurunan titik beku pelarut murni, atau titik beku larutan lebih kecil dibandingkan titik beku pelarutnya. Kenaikan titik didih larutan merupakan salah satu sifat koligatif larutan, Untuk menghitung perubahan titik didih larutan maka kita bisa menggunakan persamaan berikut ini:

$$\Delta T_d = K_d \cdot m \cdot i \quad (\text{Suryani, 2011})$$

Sedangkan titik didih larutan dicari dengan persamaan:

$$T_d = T_{d_{\text{pelarut}}} + \Delta T_d \quad (\text{Suryani, 2011})$$

Keterangan :

ΔT_d = penurunan titik didih larutan

T_d = titik didih
larutan m =
molalitas larutan
 K_d = konstanta titik didih
pelarut i = faktor Van't
Hoff

Di bidang termodinamika konstanta titik didih pelarut, K_d lebih dikenal dengan istilah konstanta ebullioskopik. Faktor Van't Hoff (i) adalah parameter untuk mengukur seberapa besar zat terlarut berpengaruh terhadap sifat koligatif (penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik). Faktor Van't Hoff dihitung dari besarnya konsentrasi sesungguhnya zat terlarut yang ada di dalam larutan dibanding dengan konsentrasi zat terlarut hasil perhitungan dari massanya. Untuk zat non elektrolit maka faktor Van't Hoffnya adalah 1 dan nonelektrolit adalah sama dengan jumlah ion yang terbentuk didalam larutan. Faktor Van't Hoff secara teori dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$i = 1 + (n-1)\alpha \quad (\text{Suryani, 2011})$$

Keterangan :

i = faktor Van't Hoff

n = jumlah ion

α = derajat disosiasi

Dengan α adalah derajat ionisasi zat terlarut dan n jumlah ion yang terbentuk ketika suatu zat berada didalam larutan. Untuk non elektrolit maka alfa = 0 dan n adalah 1. Hal yang berpengaruh pada kenaikan titik didih adalah harga K_d dari zat pelarut. Kenaikan tidak dipengaruhi oleh jenis zat yang terlarut, tapi oleh jumlah partikel/mol terlarut khususnya yang terkait dengan proses ionisasinya (Suryani, 2011).

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Bahan Percobaan

1. *Aquadest* (H_2O)
2. Barium Klorida Dihidrat ($\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
3. Kalium Klorida (KCl)

3.2 Peralatan Percobaan

1. Batang pengaduk
2. Bunsen
3. Gabus
4. Gelas ukur
5. Kaki tiga dan kasa
6. Labu destilasi
7. Neraca elektrik
8. Pipa bengkok
9. Pipa kapiler
10. Statif dan klem
11. Termometer

3.3 Rangkaian Peralatan



Gambar 3.1 Rangkaian Peralatan Percobaan Kenaikan Titik Didih

Keterangan gambar:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1. Statif dan klem | 6. Labu destilasi |
| 2. Pipa kapiler | 7. Gelas ukur |
| 3. Gabus | 8. Kaki tiga dan kasa |
| 4. Termometer | 9. Bunsen |
| 5. Pipa bengkok | |

3.4 Prosedur Percobaan

3.4.1 Prosedur Percobaan Kalibrasi

1. Dirangkai alat yang akan digunakan.
2. Labu distilasi diisi dengan *aquadest* hingga $\frac{2}{3}$ bagian volumenya, lalu ditutup dengan gabus yang dilengkapi dengan pipa kapiler.
3. Air dalam labu distilasi dipanaskan sampai mendidih, dan uapnya akan mendidihkan *aquadest* dalam gelas ukur yang sebanyak 13,5 ml.
4. Kemudian diukur suhu pada saat *aquadest* dalam gelas ukur mendidih sebagai suhu kalibrasi.

3.4.2 Kenaikan Titik Didih Metode *Landsberger*

1. Dirangkai alat yang akan digunakan.
2. Labu distilasi diisi dengan *aquadest* hingga bagian volumenya, lalu ditutup dengan gabus yang dilengkapi dengan pipa kapiler.
3. Gelas ukur diisi *aquadest* 13,5 ml dan ditambahkan sampel sesuai dengan lembar penugasan.
4. Diaduk dan kemudian diukur volumenya sebagai V_1 .
5. Air dalam labu distilasi dipanaskan sampai mendidih, dan uapnya akan mendidihkan larutan larutan dalam gelas ukur.
6. Suhu pada saat larutan mendidih dicatat.
7. Diukur volume larutan diukur sebagai V_2 .
8. Percobaan diulangi untuk run berikutnya.

MODUL V

Penurunan Titik Beku

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa sifat penting larutan bergantung pada banyaknya zat terlarut dalam larutan dan tidak bergantung pada jenis partikel zat terlarut. Sifat-sifat ini disebut sifat koligatif (*colligative properties*) (atau sifat kolektif) sebab sifat-sifat tersebut memiliki sumber yang sama dengan kata lain, semua sifat tersebut bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut yang ada, apakah partikel-partikel tersebut atom, ion, atau molekul. Yang disebut sifat koligatif ialah penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik (Chang, 2003). Kegunaan sifat-sifat koligatif banyak dan beragam. Juga, penelitian sifat-sifat memainkan peranan penting dalam metoda penetapan bobot molekul dan pengembangan teori larutan (Petrucci, 1987).

Penurunan tekanan uap akibat zat terlarut yang tidak menguap juga dapat menyebabkan penurunan titik beku larutan. Gejala ini terjadi karena zat terlarut tidak terlarut dalam fasa padat pelarut. Contohnya es murni selalu memisah ketika larutan dalam air membeku. Agar tidak terjadi pemisahan zat terlarut dan pelarut ketika larutan membeku, maka diperlukan suhu lebih rendah lagi untuk mengubah seluruh larutan menjadi fasa padatnya.

Pada Modul ini, akan dilakukan percobaan *Penurunan Titik Beku* untuk menentukan konstanta penurunan titik beku suatu pelarut, berat molekul senyawa dan pengaruh zat terlarut pada sifat fisik pelarut murni.

1.2 Tujuan Percobaan

1. Untuk menjelaskan pengaruh zat terlarut pada sifat fisik pelarut murni.
2. Untuk menentukan konstanta penurunan titik beku suatu pelarut.
3. Untuk menentukan penurunan titik beku suatu larutan secara praktek dan teori.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat Koligatif Larutan

Sifat-sifat yang bergantung jumlah partikel (molekul atau ion) dari zat terlarut bukan pada sifat fisik dan kimianya disebut sifat koligatif. Sifat koligatif larutan yaitu, penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik (Hadzija, 1995).

Disebut sifat koligatif karena mereka bergantung pada berapa banyak molekul atau ion zat terlarut hadir, dan bukan pada apa partikel (asalkan mereka tidak mudah menguap dan hanya muncul dalam fase cair). Sifat koligatif ini penting bagi pemula ahli kimia karena mereka memberikan informasi tentang jumlah partikel zat terlarut, tentang berat molekul dan derajat ionisasi dalam larutan. Sifat koligatif berharga untuk Arrhenius karena ia bisa menunjukkan bahwa partikel yang lebih hadir dalam larutan daripada molekul zat terlarut, karena itu molekul zat terlarut terpisah menjadi ion. Pada saat ini, sifat koligatif merupakan salah satu yang paling berguna dalam menentukan berat molekul bahan yang diketahui (Dickerson, dkk., 2009).

2.1.1 Titik Didih

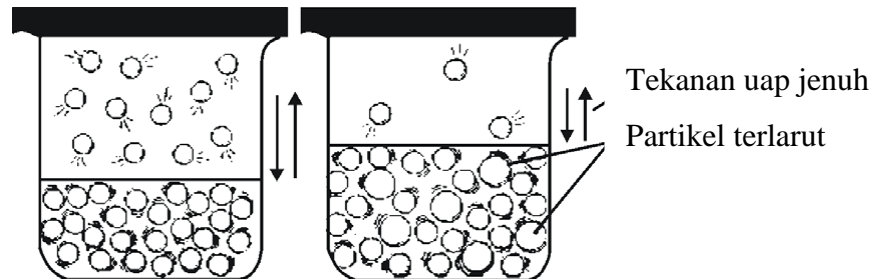
Suhu dimana cairan mendidih dinamakan titik didih. Jadi, titik didih adalah temperatur dimana tekanan uap sama dengan tekanan atmosfer. Selama gelembung terbentuk dalam cairan, berarti selama cairan mendidih, tekanan uap sama dengan tekanan atmosfer, karena tekanan uap konstan maka suhu dan cairan yang mendidih akan tetap sama. Penambahan kecepatan panas yang diberikan pada cairan yang mendidih hanya menyebabkan terbentuknya gelembung uap air lebih cepat. Cairan akan lebih cepat mendidih, tapi suhu didih tidak naik. Jelas bahwa titik didih cairan tergantung dari besarnya tekanan atmosfer.

Titik didih merupakan satu sifat lagi yang dapat digunakan untuk memperkirakan secara tak langsung berapa kuatnya gaya tarik antara molekul dalam cairan. Cairan yang gaya tarik antar molekulnya kuat, titik didihnya tinggi dan sebaliknya bila gaya tarik lemah, titik didihnya rendah (Dilaga, 2014).

2.1.2 Penurunan Tekanan Uap

Apabila ke dalam suatu pelarut dilarutkan zat yang tidak mudah menguap, ternyata tekanan uap jenuh larutan menjadi lebih rendah daripada tekanan uap jenuh pelarut murni.

Dalam hal ini uap jenuh larutan dapat jenuh dianggap hanya mengandung uap zat pelarut, (lihat Gambar 2.1). Selisih antara tekanan uap jenuh pelarut murni dengan tekanan uap jenuh larutan disebut penurunan tekanan uap jenuh (ΔP). Jika tekanan uap jenuh pelarut murni dinyatakan dengan P° dan tekanan uap jenuh larutan dengan P , maka $\Delta P = P^\circ - P$.



Gambar 2.1 Tekanan uap jenuh larutan (P) lebih rendah daripada tekanan uap jenuh pelarut murni (P°); $\Delta P = P^\circ - P$
(Harnanto dan Ruminten, 2009)

2.1.3 Titik Beku

Penurunan tekanan uap akibat zat terlarut yang tidak menguap juga dapat menyebabkan penurunan titik beku larutan. Gejala ini terjadi karena zat terlarut tidak terlarut dalam fasa padat pelarut. Contohnya es murni selalu memisah ketika larutan dalam air membeku. Agar tidak terjadi pemisahan zat terlarut dan pelarut ketika larutan membeku, maka diperlukan suhu lebih rendah lagi untuk mengubah seluruh larutan menjadi fasa padatnya. Seperti halnya titik didih, penurunan titik beku, ΔT_f berbanding lurus dengan molalitas larutan (Sakinah, 2011).

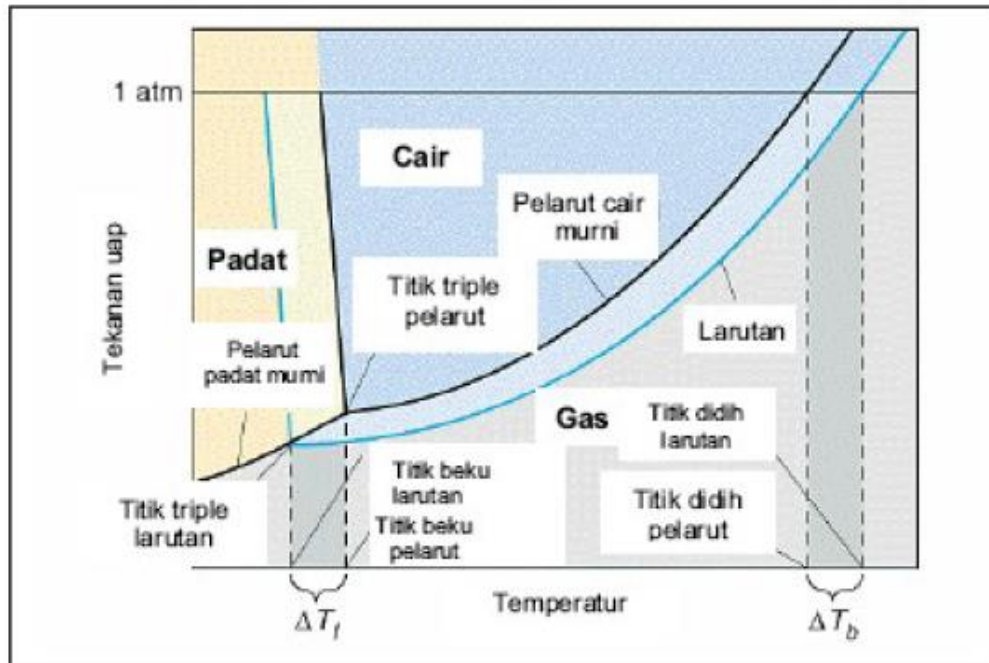
2.1.4 Tekanan Osmotik

Suatu larutan yang encer memiliki tekanan uap yang lebih besar daripada larutan yang pekat. Artinya, molekul-molekul pelarut dalam larutan encer memiliki kecenderungan lolos yang lebih besar.

Tekanan osmotik adalah tekanan yang diberikan kepada larutan sehingga dapat mencegah mengalirnya molekul. Pelarut memasuki sela-sela selaput semipermeabel.

Misalnya suatu larutan encer dan suatu larutan pekat dipisahkan oleh selaput (membran) yang semipermeabel, yaitu selaput yang dapat ditembus oleh molekul pelarut, tetapi tidak mampu ditembus oleh molekul zat terlarut. Selaput semipermeabel ini dapat berupa gelatin, kertas perkamen, lapisan film selofan, atau membran sel makhluk hidup. Maka terjadilah peristiwa osmosis, yaitu perpindahan molekul pelarut dari larutan yang memiliki konsentrasi lebih rendah (encer) ke larutan yang konsentrasinya lebih tinggi

(pekat) melalui sela-sela membran semipermeabel. Peristiwa osmosis menyebabkan naiknya permukaan larutan pekat, sehingga tekanan membesar yang pada gilirannya akan memperlambat laju osmosis. Akhirnya tercapailah suatu tekanan yang mampu menghentikan osmosis atau perpindahan molekul pelarut atau disebut tekanan osmosis (Sakinah, 2011).



Gambar 2.1 Sifat Koligatif Larutan

2.2 Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

Pada konsentrasi yang sama, sifat koligatif larutan elektrolit memiliki nilai yang lebih besar daripada sifat koligatif larutan non elektrolit. Banyaknya partikel zat terlarut hasil reaksi ionisasi larutan elektrolit dirumuskan dalam faktor Van't Hoff. Perhitungan sifat koligatif larutan elektrolit selalu dikalikan dengan faktor Van't Hoff :

$$i=1+(n-1)\alpha$$

* Keterangan :

i = faktor Van't Hoff

n = jumlah koefisien kation

α = derajat ionisasi

Empat macam sifat koligatif larutan elektrolit adalah:

a. Penurunan tekanan uap, $DP = i.P_0.X_A$

b. Kenaikan titik didih, $D_{tb} = i.k_b.m$

c. Penurunan titik beku, $D_{tf} = i.k_f.m$

d. Tekanan osmosis, $\pi = i.M.R.T$

2.3 Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit

Sifat larutan berbeda dengan sifat pelarut murninya. Terdapat empat sifat fisika yang penting yang besarnya bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut tetapi tidak bergantung pada jenis zat terlarutnya. Keempat sifat ini dikenal dengan sifat koligatif larutan. Sifat ini besarnya berbanding lurus dengan jumlah partikel zat terlarut. Sifat koligatif tersebut adalah

- tekanan uap
- titik didih
- titik beku
- tekanan osmosis.

Menurut hukum sifat koligatif, selisih tekanan uap, titik beku, dan titik didih suatu larutan dengan tekanan uap, titik beku, dan titik didih pelarut murninya, berbanding langsung dengan konsentrasi molal zat terlarut. Larutan yang bisa memenuhi hukum sifat koligatif ini disebut larutan ideal. Kebanyakan larutan mendekati ideal hanya jika sangat encer.

2.4 Teori Sampel

2.4.1 Barium Klorida Dihidrat ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$)

Barium Klorida adalah senyawa anorganik dengan rumus molekul $BaCl_2$ yang dapat ditemukan dalam bentuk hidratnya $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Barium klorida merupakan salah satu garam borium yang paling umum larut dalam air.

$BaCl_2$ mengkristal dalam dua bentuk (polimorf). Salah satu bentuk memiliki kubikfluorit (CaF_2) struktur dan yang lainnya ortorombik cotunnite ($PbCl_2$ struktur). $BaCl_2$ bersifat beracun dan tidak bisa digunakan secara sembarangan. Barium Klorida adalah senyawa anorganik dengan rumus molekul $BaCl_2$ yang dapat ditemukan dalam bentuk hidratnya $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Barium klorida merupakan salah satu garam borium yang paling umum larut dalam air.

Sering digunakan sebagai tes untuk ion sulfat, pengerasan baja, pembuatan garam barium lainnya. $BaCl_2$ dapat dijadikan bahan untuk mendapatkan logam . Barium dengan cara elektrolisis. $BaCl_2$ juga digunakan dalam kembang api untuk memberikan warna hijau terang. Sebagai pletisida, pigmen, deterjen boiler, pemurnian gula, dan dalam pembuatan soda, serta polimer dan stabilisator (TokoKimia, 2015).

Berdasarkan MSDS Caledon (2010), Barium klorida dihidrat adalah senyawa beracun yang dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit dan selaput lendir iritan. Dapat

berakibat fatal jika dihirup, ditelan atau melalui kulit. Racunnya dapat mempengaruhi ginjal, jantung dan sistem saraf pusat. Orang dengan penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular atau kulit yang kronis mungkin pada peningkatan risiko dari paparan.

2.4.2 Kalium Klorida (KCl)

Menurut riset dari International Plant Nutrition Institute (IPNI) (2016), kalium klorida digunakan untuk memenuhi kebutuhan sumber gizi unsur kalium. Kalium klorida juga dapat menggantikan fungsi garam dapur (NaCl) sebagai penahan mencairnya es. Namun, kalium klorida juga merupakan bahan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pertanian karena sifatnya yang dapat menjadi pupuk tanaman dan cepat larut dalam air tanah.

IPNI juga menambahkan bahwa lebih dari 90% dari produksi global kalium klorida digunakan sebagai nutrisi bagi tanaman. Beberapa KCl diproduksi dengan memasukkan air panas ke dalam tanah untuk melarutkan mineral *syvinite* yang kemudian memompa air garam kembali ke permukaan saat air menguap. Penguapan berguna untuk memisahkan kalium klorida dari air garam di laut mati.

2.4.3 Kalium Hidroksida (KOH)

Kalium hidroksida (KOH) atau yang juga dikenal dengan nama *caustic potash* merupakan senyawa anorganik basa kuat yang juga termasuk dalam golongan *heavy chemical industry*. *Heavy chemical* merupakan bahan kimia yang diproduksi dalam partai besar dan harga murah dengan industri lain sebagai konsumen utamanya.

Di pasaran, KOH biasa dijual dalam fasa padat berbentuk *flake* dan juga fasa cair dengan konsentrasi sebesar 45-50%. Kalium hidroksida cukup banyak digunakan oleh berbagai industri kimia proses seperti pada industri pupuk, sabun, baterai *alkaline*, dan juga *reagent*. Kebutuhan terhadap KOH semakin meningkat seiring dengan berkembangnya industri-industri kimia proses tersebut (Nuravifah dan Nur, 2015).

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Bahan dan Fungsi

1. *Aquadest* (H₂O)

Fungsi : sebagai pelarut sampel percobaan.

2. Barium Klorida Dihidrat (BaCl₂.2H₂O)

Fungsi : sebagai sampel pengujian kenaikan titik didih.

3. Kalium Klorida (KCl)

Fungsi : sebagai sampel pengujian kenaikan titik didih.

3.2 Peralatan dan Fungsi

Adapun alat dan fungsi pada percobaan viskositas adalah sebagai berikut:

1. Batang pengaduk

Fungsi : membantu mengaduk dalam pembentukan larutan.

2. Erlenmeyer

Fungsi : Wadah Larutan

3. Mortar

Fungsi : untuk menghaluskan sampel

4. Gelas ukur

Fungsi : mengukur volume larutan

5. Neraca elektrik

Fungsi : sebagai alat pengukur jumlah massa zat terlarut.

6. Penangas

Fungsi : wadah untuk membekukan larutan di dalam tabung reaksi

7. Penjepit

Fungsi : untuk menjepit tabung reaksi

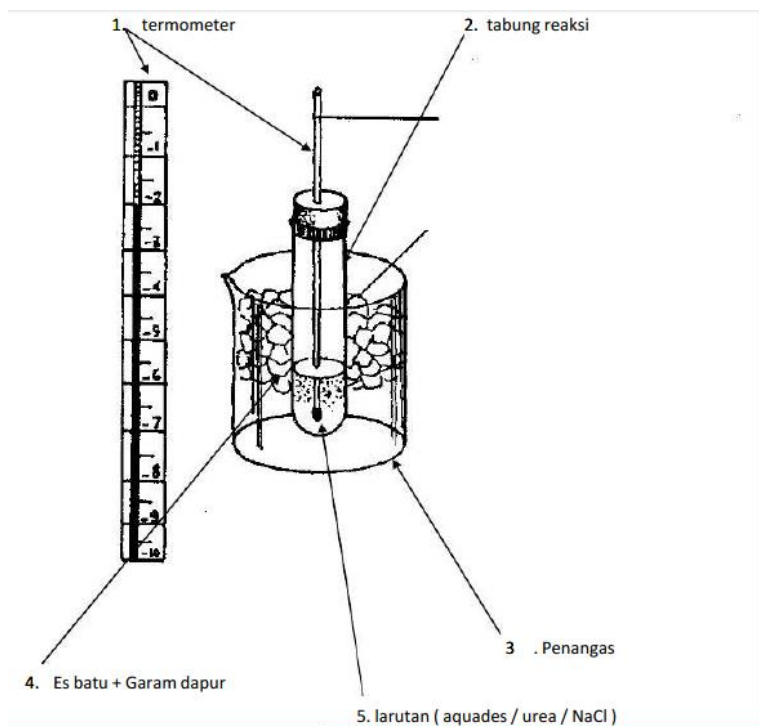
8. Tabung Reaksi

Fungsi : sebagai wadah percobaan

9. Termometer

Fungsi : untuk mengukur suhu larutan.

3.3 Rangkaian Alat



Gambar 3.1 Rangkaian Peralatan Percobaan Penurunan Titik Beku

3.4 Prosedur Percobaan

3.4.1 Prosedur Percobaan Penentuan Titik Beku Aquades

1. Es batu dan garam dapur secukupnya ke dalam penangas
2. Kemudian Sebanyak 5 mL *Aquades* dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diletakkan di atas penangas
3. Ditunggu hingga *Aquades* membeku dan dicatat waktunya
4. Diukur suhu setiap selang 30 detik hingga semua es mencair kembali.

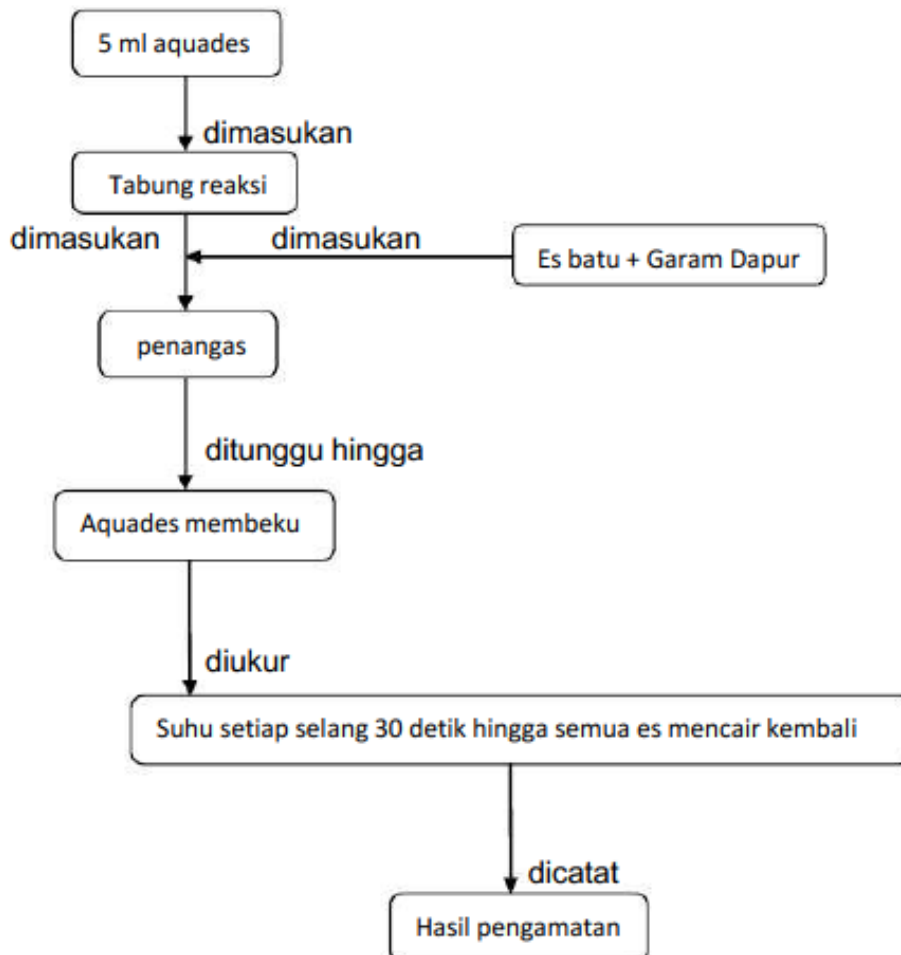
3.4.2 Kenaikan Titik Beku Larutan

1. Diambil sebanyak Gram sampel Dan ditambahkan 10 mL *Aquades*, Lalu dimasukkan dalam beaker glass
2. Es batu dan garam dapur secukupnya ke dalam penangas
3. Larutan diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diletakkan di atas penangas
4. Diamati larutan hingga membeku dan dicatat suhu setiap selang 30 detik dimulai dari larutan sudah membeku.
5. Percobaan diulangi untuk variasi jumlah sampel yang berbeda.

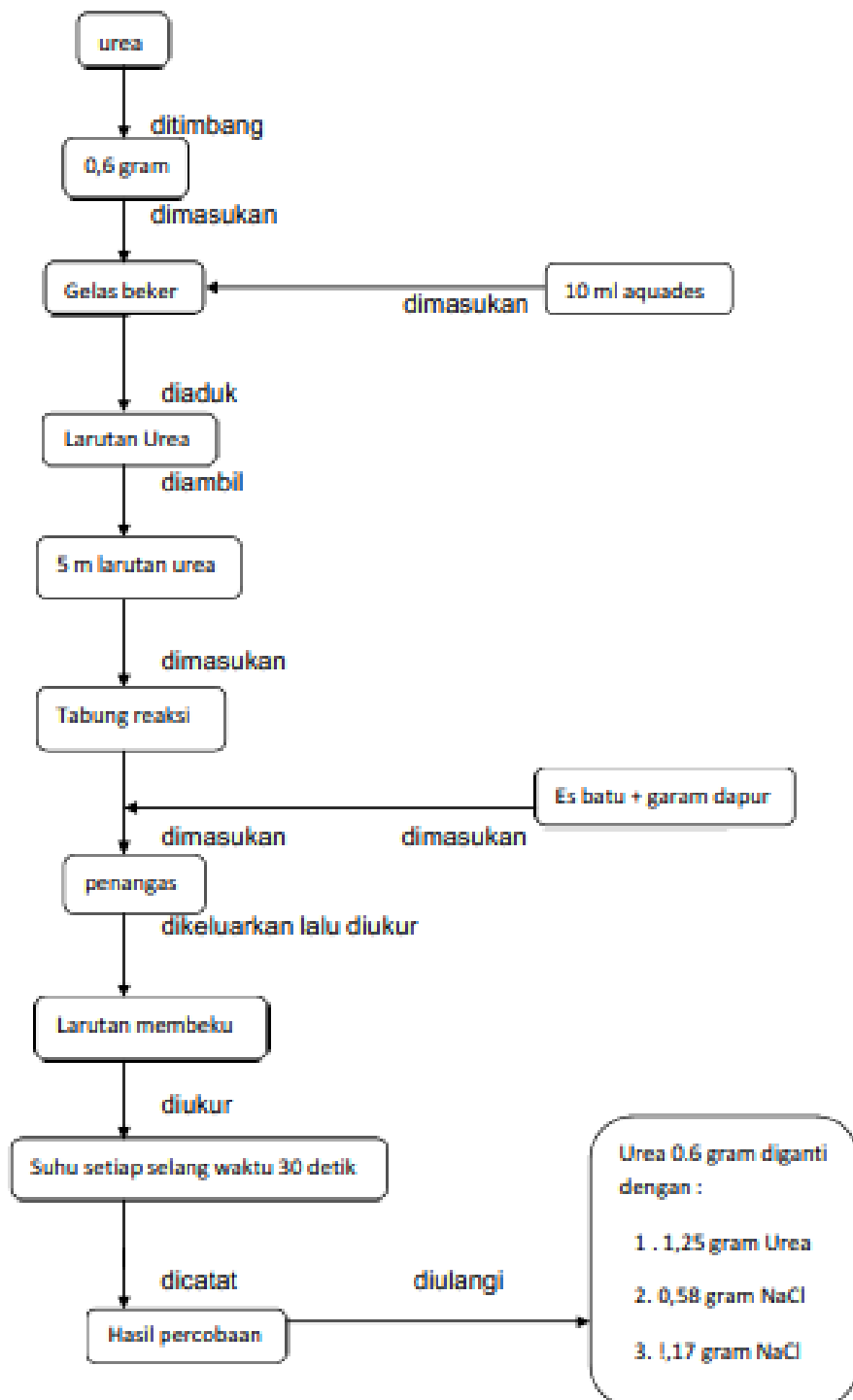
3.5 Flowchart Percobaan

3.5.1 Prosedur Percobaan Penentuan Titik Beku Akuades

menentukan titik beku aquades



3.4.3 Kenaikan Titik Beku Larutan



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, 2019
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, 2019
Asisten

(.....)



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, 2019
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.*

