

# PENUNTUN PRATIKUM KIMIA FISIKA 2

PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG  
TELAH TERDAFTAR

JUDUL : KIMIA FISIKA 2



PENGARANG: IRMA MON PEK  
JENIS: PENUNTUN PRATIKUM  
NOMOR: 34 / UN-35-12 / PE / E1 / 2021  
TANGGAL: 22 AGUSTUS 2021



KEPALA

Yasnur Aeri, ILPd  
NIP. 19620508 198802 1-001

Disusun Oleh :

## TIM KIMIA FISIKA

Dra. Hj. Irma Mon, M.Si  
Dr. Hardeli, M.Si  
Yerimadesi, S.Pd, M.Si  
Deski Beri, S.Si, M.Si  
Hary Sanjaya, M.Si

LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2012

# PENUNTUN PRATIUM

# KIMIA FISIKA 2

PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG  
TELAH TERDAFTAR

JUDUL : KIMIA FISIKA 2

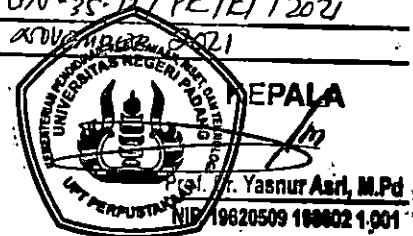


PENYUSUN : IRMA MON DEK

JENIS : PENUNTUN PRATIUM

NOMOR : 34 / UN-35-12 / PE / K1 / 2021

TANGGAL : 22 NOVEMBER 2021



Disusun Oleh :

## TIM KIMIA FISIKA

Dra. Hj. Irma Mon, M.Si

Dr. Hardeli, M.Si

Yerimadesi, S.Pd, M.Si

Deski Beri, S.Si, M.Si

Hary Sanjaya, M.Si

LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya Penuntun Praktikum Kimia Fisika 2 ini dapat diselesaikan. Kimia Fisika merupakan ilmu yang tumbuh dan berkembang atas dasar observasi dan eksperimentasi. Melalui percobaan, pengamatan, pencatatan data, analisis data, perumusan kesimpulan dan pelaporan hasil percobaan merupakan aspek penting dalam perkuliahan bidang studi Kimia Fisika. Pemahaman terhadap prinsip-prinsip, hukum dan teori dalam Kimia Fisika lebih banyak didasarkan pada hasil percobaan di laboratorium. Ini berarti bahwa praktikum Kimia Fisika merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Penuntun praktikum ini memuat sepuluh objek percobaan, dengan tujuan untuk memantapkan konsep-konsep, prinsip-prinsip atau teori-teori yang telah disajikan dalam topik-topik perkuliahan Kimia Fisika 2. Penuntun praktikum ini dimaksudkan untuk menuntun praktikan agar dapat melaksanakan kegiatan praktikum, sehingga hasil yang diinginkan dari kegiatan tersebut dapat terwujud.

Dengan kegiatan praktikum ini diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan dalam pengamatan, pencatatan, pengukuran, dengan cermat dan teliti, serta menyusunnya dalam bentuk laporan tertulis secara objektif.

Akhirnya kritik dan saran sangat kami harapkan untuk kesempurnaan penuntun praktikum Kimia Fisika 2 ini di masa mendatang.

Padang, September 2012

**Tim Kimia Fisika**

## TATA TERTIB PRAKTIKUM KIMIA FISIKA

Bacalah dan amatilah segala petunjuk dibawah ini dengan seksama demi kelancaran bekerja dilaboratorium.

### 1. KEBERSIHAN DAN TEMPAT BEKERJA

Untuk mahasiswa telah tersedia meja tertentu yang akan digunakan untuk mengerjakan jenis objek praktikum. Selama bekerja meja tidak boleh kotor atau basah dan penuh barang lain yang tidak berguna. Juga lantai harus dijaga bersih dan kering. Setelah praktikum selesai boleh meninggalkan laboratorium setelah bersih kembali. Di dalam laboratorium harus memakai sepatu dan tidak boleh merokok. Setiap mahasiswa harus memakai snel jas.

### 2. ABSENSI DAN DAFTAR HADIR

Jika seorang mahasiswa berhalangan mengikuti praktikum karena halangan seperti sakit atau hal penting lainnya, hendaklah laporkan segera pada Dosen/asisten pengawas supaya dapat diatur pergeseran hari pada hari lain. Praktikum ulangan atau susulan secara tersendiri ditiadakan. Absensi tanpa bukti alasan yang sah (surat keterangan dokter dan lainnya) akan menyulitkan mahasiswa sendiri.

### 3. PETUNJUK PERCOBAAN

Untuk setiap percobaan disediakan petunjuk percobaan yang akan diberikan kepada yang bersangkutan pada awal praktikum. Mahasiswa harus melengkapi pengetahuan dasar percobaan tersebut dari bahan kuliah dan literatur lainnya.

### 4. LEMARI PRAKTIKUM

Tiap percobaan memiliki lemari tersendiri. Kuncinya dapat diminta sebelum melakukan percobaan dan harus diserahkan kembali setelah percobaan selesai kepada asisten yang bersangkutan. Selama melakukan percobaan isi lemari harus dicek, bila ada kekurangan/kerusakan jarus segera dilaporkan. Selesai melakukan

percobaan isi lemari dicek lagi sesuai daftar alat-alat yang tersedia di lemari bersama asisten. Alat harus kembali dalam keadaan utuh dan bersih. Bila mahasiswa memecahkan/merusakkan alat maka kelompoknya harus membuat bon alat pecah kepada asisten dan mengganti alat tersebut pada praktikum selanjutnya.

## **5. ALAT GELAS, INSTRUMENT DAN LAIN-LAIN.**

Alat-alat gelas atau alat lain yang tidak terdapat dalam lemari percobaan dapat dipinjam kepada asisten dan langsung ditanggung jawabkan, untuk penggunaan peralatan berhubungan dengan asisten. Untuk penggunaan peralatan yang agak rumit harap berhubungan dengan asisten untuk menghindari kerusakan teknis.

## **6. KEAMANAN DAN KESELAMATAN**

Asisten akan memberikan petunjuk dan menjelaskan tentang tindakan yang akan membahayakan dan hendaklah mahasiswa mematuhi segala peraturan-peraturan diantaranya ;

1. Bila memanaskan atau mereaksikan suatu zat dalam tabung reaksi janganlah tabung tersebut diarahkan ke muka teman atau muka sendiri.
2. Jangan mencicipi suatu zat kimia kecuali kalau ada perintah dan sekalipun mencium zat yang berbau atau gas, janganlah secara langsung tapi kibaskan dengan tangan ke muka.
3. Jangan menuangkan air ke dalam asam pekat, tetapi zat atau asam itulah yang dituangkan ke dalam air.
4. Sebelum mengambil zat dari botol, periksa benar dahulu etiket atau nama zat itu. Kekeliruan mengambil zat akan berbahaya.
5. Praktikan harus disiplin pada peraturan dan petunjuk yang ada untuk bekerja di laboratorium.

## **7. PENUNTUN DAN LAPORAN PRAKTIKUM**

Di dalam buku penuntun ini terdapat pokok tugas praktikum tanpa dijelaskan teori yang panjang lebar dan persamaan reaksi. Oleh sebab itu pelajarilah sebelum praktikum dan buatlah persiapan baik mengenai prinsip teori dan

persamaan reaksi. Sebelum melakukan praktikum mahasiswa harus menyerahkan laporan awal praktikum tersebut kepada asisten dan setelah praktikum membuat laporan akhirnya yang diserahkan pada pertemuan selanjutnya bersama laporan awal praktikum selanjutnya. Penilaian praktikum kimia fisika terdiri dari tiga aspek ; responsi, nilai kerja dan nilai laporan.

## 8. BAHAYA-BAHAYA DI LABORATORIUM

Di laboratorium selalu ada kemungkinan terjadinya suatu kecelakaan. Satu-satunya jalan untuk menghindarkan adalah dengan bekerja berhati-hati selama mengerjakan sesuatu, selain itu penting sekali mengetahui bahan-bahan kimia yang berbahaya.

### Bahan-bahan yang merusak kulit

Asam-asam kuat : asam sulfat, asam nitrat, asam fluorida

Basa-basa kuat : NaOH, KOH

Asam/basa lemah : asam asetat, amoniak, (COOH)

Lain-lain : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, brom cair, persenyawaan khrom, persulfat-persulfat, kapur klor, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S dan sebagainya

Penghindaran kulit/mata dari bahan-bahan kimia, waktu menuang cairan/mengambil bahan dengan menjaga agar jangan sampai ada yang tercecer di luar botol.

- Jangan memanaskan bahan-bahan kimia terlalu cepat
- Jangan menuang air ke dalam asam sulfat.
- Jangan mencampur asam pekat dengan basa pekat
- Jangan memasukkan kristal NaOH atau KOH ke dalam air.
- Jangan melihat ke dalam cawan/ piringan yang sedang dipergunakan untuk pemijaran.

### Gas-gas beracun

Untuk menghindari termakannya bahan-bahan kimia, maka jangan makan/minum dengan alat-alat laboratorium dan hindarkan merokok, karena

merokok bukan hanya menimbulkan bahaya kebakaran tetapi juga menghindari terhisapnya zat beracun.

CO (karbon monoksida), Di laboratorium gas ini terbentuk bila asam formiat atau asam oksalat dipanaskan dengan asam sulfat pekat. Gas ini juga sering terdapat pada gas lampu.

H<sub>2</sub>S (hidrogen sulfida), gas ini racun kuat, kepekatan 1 : 1000 dalam waktu singkat dapat mematikan manusia. Konsentrasi 1 : 10.000 sesudah satu jam berbahaya sekali untuk mata dan paru-paru. Pada kepekatan 1 : 10<sup>7</sup> baunya telah nyata sekali.

Uap Hg (Air Raksa), bernafas terlalu lama dengan udara yang bercampur uap air raksa berakibat : sakit kepala, badan kurus, tangan gemeteran dan gigi sakit. Jika air raksa tumpah, lama kelamaan terbentuk uap. lantai harus disapu dengan suatu campuran tepung belerang dengan soda kering. Dengan demikian terbentuk HgS yang tidak berbahaya lagi.

HCN (asam sianida), asam sianida dan garam-garamnya adalah zat-zat yang sangat beracun. Larutannya tidak boleh dipipet dengan mulut.

NO<sub>2</sub>(nitrogen dioksida), gas ini beracun dan berbahaya karena selalu mungkin terjadi bila mempergunakan HNO<sub>3</sub> pekat dan logam-logam atau zat-zat organik, paru-paru akan dipengaruhi sehingga orang akan batuk.

Cl<sub>2</sub> dan Br<sub>2</sub> ( klor dan Brom), seperti NO<sub>2</sub> ke dua gas ini merusak alat-alat pernafasan, akan tetapi berkat sifat itu orang mulai batuk sebelum tercapai kepekatan yang berbahaya.

Pelarut-pelarut karbon disulfida (CS<sub>2</sub>), benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Chloroform (CHCl<sub>3</sub>), tetra Chlorida (Ccl<sub>4</sub>) menghasilkan uap beracun.

### **Zat-zat yang meledak**

Pada pengerjaan analisa mungkin terjadi zat-zat pekat, seperti Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (dari KMnO<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), nitrida-nitrida logam berat serta hidrogen, endapan hitam yang lambat laun terjadi dalam larutan perak bromida, asam perklorat jika ada zat-zat organik, natrium peroksida dengan karbon, belerang atau zat-zat organik yang bisa menimbulkan ledakan.

Serbuk Mg bila dipanaskan dengan zat-zat lembab, gas letus yang mungkin sekali terjadi jika mengalirkan hidrogen ke dalam suatu alat, peroksida-peroksida eter, asam pikrat dan sebagainya. Juga campuran yang mengandung nitrat-nitrat atau klorat-klorat padat sering dapat meledak bila dipanaskan.

### **Bahaya kebakaran dan penanggulangannya**

Alkohol, eter, benzen, carbon disulfida, aseton, petrolium eter adalah cairan yang mudah sekali terbakar, kadang air tidak dapat digunakan untuk memadamkan api seperti untuk benzen, bensin, minyak tanah. Untuk ini pasir kering adalah pemadam api yang baik.

Kain tebal dapat digunakan untuk menyelubungi api yang disebabkan oleh cairan yang mudah terbakar seperti eter, nyala karena minyak dapat dipadamkan dengan natrium karbonat. Disamping itu juga disediakan pemadam api tetra, karena tetra membentuk fosgen, suatu zat yang sangat beracun, maka ruangan harus diperanginkan.

Jika pakaian kena api orang biasanya lari, ia harus ditahan. Kemudian api dipadamkan dengan handuk dan berguling dilantai, karena jika berlari api bertambah menyala.

### **Tindakan pertolongan di laboratorium**

Kena asam pada kulit dan baju, harus dicuci dengan air sebanyak-banyaknya dan dinetralkan dengan larutan amonia 5%. Jika kulit kena basa dicuci dengan air, kemudian diberi larutan boraks 4% atau asam asetat 1%. Apabila basa kuat masuk ke mulut, dicuci dengan air dan netralkan dengan batrium bikarbonat 5% dan beri mineral oil pada bibir untuk mencegah dehidrasi.



## BAB I

### HUKUM LAJU REAKSI BERKESUDAHAN

#### I. Tujuan

Menentukan orde reaksi dari suatu reaksi oksidasi  $I^-$  menjadi  $I_3^-$  dan hidrogen peroksida.

#### II. Teori

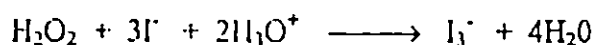
Laju reaksi kimia tergantung pada beberapa faktor diantaranya ; konsentrasi, temperatur, ukuran partikel dan luas permukaan, sifat zat yang bereaksi dan katalis. Dalam percobaan ini akan diselidiki pengaruh konsentrasi reaktan terhadap laju reaksi.

Suatu teknik sederhana dapat digunakan dalam mengukur waktu yang diperlukan dari reaksi yang berkesudahan. Dapat dikatakan bahwa makin lama waktu yang dibutuhkan oleh suatu reaksi untuk mencapai kesempurnaan maka makin lambat reaksi berjalan dan makin kecil laju reaksi yang diamati.

Secara matematis didapatkan bahwa laju reaksi berbanding terbalik dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesempurnaan reaksi.

Laju reaksi =  $1 /$  waktu mencapai kesempurnaan reaksi

Reaksi yang akan dipelajari pada percobaan ini adalah reaksi yang dapat diamati secara visual melalui perubahan warna, yaitu reaksi oksidasi  $I^-$  menjadi  $I_3^-$  oleh  $H_2O_2$ .

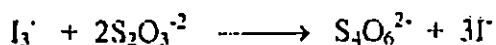


Hukum laju reaksi ditulis sebagai :

$$\text{Laju reaksi} = k [H_2O_2]^x [I^-]^y [H_3O^+]^z$$

Dalam percobaan ini dilakukan metoda isolasi, yaitu dengan membuat salah satu konsentrasi reaktan berubah dan lainnya tetap. Untuk menentukan harga x, yaitu orde terhadap  $[H_2O_2]$ , dilakukan dengan memvariasikan  $[H_2O_2]$  dalam beberapa kali percobaan, sementara  $[I^-]$  dan  $[H_3O^+]$  dijaga tetap. Demikian juga untuk orde reaksi terhadap  $[I^-]$ , y dihitung dengan memvariasikan  $[I^-]$  sementara  $[H_2O_2]$  dan  $[H_3O^+]$  tetap. Demikian seterusnya untuk harga z (orde terhadap  $H_3O^+$ ).

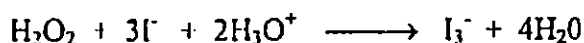
Laju reaksi pembentukan  $I_3^-$  diukur dengan menggunakan  $Na_2S_2O_3$  encer dan sejumlah indikator kanji  $I_3^-$  bereaksi sangat cepat dengan tiosulfat melalui reaksi :



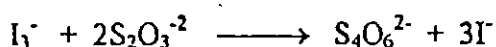
Terbentuknya ion iodida dalam larutan ditandai dengan munculnya warna biru tua dalam larutan.

### Konsep percobaan

Ion iodida dioksidasi oleh hidrogen peroksida menjadi  $I_3^-$  dengan reaksi :



Tiosulfat yang terdapat dalam larutan segera merubah kembali  $I_3^-$  menjadi ion iodida dengan reaksi :



Bila sejumlah tertentu  $[S_2O_3^{2-}]$  digunakan dalam reaksi tersebut,  $I_3^-$  yang terbentuk akan bereaksi dengan tiosulfat. Akan tetapi pada saat ini tiosulfat habis bereaksi dengan  $I_3^-$ .  $I_3^-$  yang bersisa dalam larutan akan membentuk kompleks biru tua dengan indikator kanji (amylum). Lama waktu yang dibutuhkan bagi munculnya warna biru tua merupakan ukuran waktu yang dibutuhkan oleh  $I_3^-$  untuk menghabiskan sejumlah tertentu  $[S_2O_3^{2-}]$ . Waktu yang dibutuhkan ini berhubungan langsung dengan laju reaksi.

## III. Alat dan Bahan

### 3.1. Alat-alat yang digunakan

Gelas Piala, Pipet takar, Magnetik stirer, Erlenmeyer, Batang Pengaduk, Pipet gondok, Stop watch, pH meter

### 3.2. Bahan-bahan yang habis pakai

Buffer D ( $H_3O^+$ )  $1,0 \times 10^{-5} M$  pH 4,70, Buffer E ( $H_3O^+$ )  $1,0 \times 10^{-5} M$  pH 5,00 Indikator kanji (amylum) 2%,  $H_2O_2$  0,10 M, KI 0,10 M,  $Na_2S_2O_3$  0,03 M

### 3.3. Prosedur Kerja

1. Buat variasi larutan seperti tabel dibawah ini :

N O	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,03 M	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		Buffer D 1,0.10 <sup>-3</sup>	Buffer E		KI 0,1 M	Amilum (tetes)	TO TAL	Waktu (Detik)	Laju (r)
		0,10 M	0,20 M		1,5.10 <sup>-3</sup>	2,0.10 <sup>-3</sup>					
1	0,3 ml	4 ml	--	9 ml	--	--	5 ml	5	25		
2	0,3 ml	--	4 ml	9 ml	--	--	5 ml	5	25		
3	0,3 ml	4 ml	--	9 ml	--	--	5 ml	5	25		
4	0,3 ml	4 ml	--	9 ml	--	--	5 ml	5	25		
5	0,3 ml	4 ml	--	--	--	9 ml	5 ml	5	25		
6	0,3 ml	4 ml	--	--	9 ml	--	5 ml	5	25		

#### Catatan :

- Erlenmeyer yang digunakan harus bersih, sebab dekomposisi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dikatalisa oleh berbagai senyawa, dan volume setiap larutan harus terukur tepat.
- Campurkan semua larutan kecuali KI dalam erlenmeyer yang sama dan diletakkan diatas kertas bersih pada magnet stirer, tambahkan 1 ml amylum. Aduk beberapa saat.
- Kemudian masukkan ml KI sesuai dengan tabel diatas segera dan mulai pencatat waktu.
- Hentikan pencatatan waktu saat warna biru muncul ( waktu akhir reaksi). Lakukan percobaan ini 3x untuk setiap campuran.
- Tentukan laju reaksi dan orde reaksi masing-masing senyawa.

#### IV. Pertanyaan

- Jelaskanlah faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- Tentukanlah orde reaksi terhadap ion iodida dan hidrogen peroksida.
- Hitunglah konstanta laju dari percobaan ini.
- Jelaskanlah proses terbentuknya warna biru dalam percobaan ini

## BAB II

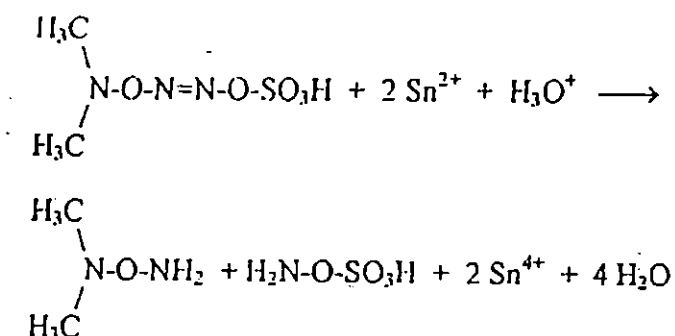
### KINETIKA REDUKSI METIL ORANGE

#### I. Tujuan Percobaan

Menentukan tingkat reaksi terhadap  $\text{Sn}^{2+}$  dan  $\text{Cl}^-$

#### II. Teori

Reaksi reduksi metil orange (MeO) oleh  $\text{Sn}^{2+}$ , secara stoikiometri dapat ditulis sebagai berikut:



Reaksi ini berjalan lambat, dan untuk mempercepat jalannya reaksi ditambah dengan  $\text{Cl}^-$ . Diperkirakan bahwa reaksi melibatkan kompleks  $\text{Sn}^{2+}\text{-Cl}^-$ , sehingga pada kondisi  $\text{H}_3\text{O}^+$  konstan, laju reaksi dinyatakan sebagai:

$$-\frac{d[\text{MeO}]}{dt} = k [\text{MeO}] [\text{Sn}^{2+}]^x [\text{Cl}^-]^y$$

dimana :  $[\text{MeO}]$  = konsentrasi metil orange

$[\text{Sn}^{2+}]$  = konsentrasi  $\text{Sn}^{2+}$

$[\text{Cl}^-]$  = konsentrasi  $\text{Cl}^-$

x dan y = berturut-turut tingkat reaksi terhadap  $\text{Sn}^{2+}$  dan  $\text{Cl}^-$

Bentuk kompleks  $\text{Sn}^{2+}\text{-Cl}^-$  dapat diperkirakan jika x dan y diketahui. Untuk menentukan harga x dan y, percobaan dapat dilakukan pada kondisi  $[\text{Sn}^{2+}]$  dan  $[\text{Cl}^-] \gg [\text{MeO}]$ , sehingga perubahan  $[\text{Sn}^{2+}]$  dan  $[\text{Cl}^-]$  dapat dianggap konstan pada kondisi ini. Reaksi menjadi pseudo tingkat satu terhadap MeO.

$$-\frac{d[\text{MeO}]}{dt} = k' d [\text{MeO}] \quad (2)$$

$k'$  adalah konstanta laju reaksi pseudo tingkat satu, dimana

$$k' = k [\text{Sn}^{2+}][\text{Cl}^-]$$

Jika  $k'$  ditentukan untuk berbagai konsentrasi  $\text{Sn}^{2+}$  pada kondisi  $[\text{Cl}^-]$  tetap dan  $[\text{Sn}^{2+}] \gg [\text{MeO}]$  maka  $x$  dapat ditentukan dari slop grafik  $\ln k'$  versus  $\ln [\text{Sn}^{2+}]$ . Hal yang sama untuk menentukan  $y$ , yaitu slop grafik  $\ln k'$  versus  $\ln [\text{Cl}^-]$ . Penentuan harga  $k'$  secara spektrofotometri, didasarkan pada persamaan (2), dimana penyelesaian persamaan ini adalah:

$$\ln \frac{[\text{MeO}]_0}{[\text{MeO}]} = k' t \quad (3)$$

Apabila  $A$  adalah absorbansi  $[\text{MeO}]$  pada waktu reaksi  $t$  dan  $A_0$  adalah absorbansi  $[\text{MeO}]_0$ , yaitu pada awal reaksi,  $t = 0$ , maka persamaan 3 dapat diubah menjadi:

$$\ln \frac{A_0}{A} = k' t \quad (4)$$

dengan mengamati  $A$  untuk berbagai waktu reaksi  $t$  maka  $k'$  dapat ditentukan sebagai slop grafik  $\ln A$  versus  $t$ .

### III. Alat dan Bahan

#### 3.1. Alat – alat yang digunakan

1. Spektrometri-21
2. Gelas ukur 10 mL
3. Labu takar 10 mL
4. Pipet ukur 1 mL
5. Stopwatch

#### 3.2. Bahan – bahan habis pakai

1. Larutan metil orange  $10^{-4}$  M
2. Larutan  $\text{HClO}_4$  2 M
3. Larutan  $\text{HCl}$  2 M
4. Aquades

### 3.3. Cara Kerja

#### 1. Hubungan A lawan [MeO]

- Membuat larutan standar MeO  $10^{-4}$  M dalam larutan HClO<sub>4</sub> 2M.
- Encerkan larutan 1 dengan larutan HClO<sub>4</sub> 2M sehingga didapatkan larutan MeO  $10^{-4}$  M,  $5 \times 10^{-5}$  M,  $1 \times 10^{-5}$  M,  $5 \times 10^{-6}$  M dan  $6 \times 10^{-6}$  M
- Tentukan absorbansi masing-masing larutan di atas pada panjang gelombang 515 nm dengan larutan HClO<sub>4</sub> 2M sebagai pembanding. Buatlah grafik A lawan [MeO]. jika grafik ini tidak mengikuti Lambert-Beer, maka penentuan k' harus menggunakan persamaan (3). Konsentrasi MeO ditentukan dengan menggunakan kurva standar yang sudah dibuat.

#### 2. Menentukan tingkat reaksi terhadap [Sn<sup>2+</sup>] (nilai x)

- Buat larutan SnCl<sub>2</sub> 0,25 M (jangan dibiarkan berhubungan dengan udara terlalu lama karena akan teroksidasi).
- Campurkan dalam labu takar 10 mL, yaitu 2 mL larutan MeO  $10^{-4}$  M, 1,5 mL HCl 2 M dan 6,5 mL HClO<sub>4</sub> 2M
- Tambahkan 0,2 mL larutan SnCl<sub>2</sub> 0,25 M ke dalam larutan (2). Jalankan stopwatch pada waktu larutan SnCl<sub>2</sub> ditambahkan. Kocok larutan ini dan segera masukkan ke dalam kuvet. Tentukan absorbansinya tiap 30 detik (amati selama  $\pm$  10 menit)
- Ulangi percobaan 3 dengan menggunakan volume larutan SnCl<sub>2</sub> 0,25 M, yaitu 0,30 mL, 0,40 mL dan 0,50 mL. Buatlah grafik A lawan t untuk setiap konsentrasi Sn<sup>2+</sup> yang berbeda kemudian buat grafik ln k' vs ln [Sn<sup>2+</sup>] untuk menentukan x.

#### 3. Menentukan tingkat reaksi terhadap [Cl<sup>-</sup>] (nilai y)

- Campurkan dalam labu takar 10 mL, yaitu 2 mL larutan MeO  $10^{-4}$  dan 0,5 mL HCl 2M kemudian 7,5 mL HClO<sub>4</sub> 2M sehingga larutan menjadi 10 mL..
- Tambahkan 0,2 mL larutan SnCl<sub>2</sub> 0,25 M pada larutan (1) kemudian kocok dan segera masukkan dalam kuvet untuk menentukan absorbansinya dengan selang waktu 30 detik (amati selama  $\pm$  10 menit)

- c. Percobaan (1) dan (2) diulangi untuk volume larutan HCl 2M, yaitu: 1 mL, 2 mL, dan 3 mL. Buatlah grafik A lawan t untuk setiap konsentrasi Cl<sup>-</sup> yang berbeda kemudian buat grafik ln k' vs ln [Cl<sup>-</sup>] untuk menentukan y.

#### IV. Pertanyaan

1. Berapakan orde reaksi terhadap konsentrasi MeO
2. Berapakan orde reaksi terhadap konsentrasi Sn<sup>2+</sup>.
3. Berapakan orde reaksi terhadap konsentrasi Cl<sup>-</sup>.
4. Tentukanlah hukum laju reaksi  $-\frac{d[\text{MeO}]}{dt} = k [\text{MeO}] [\text{Sn}^{2+}]^x [\text{Cl}^-]^y$
5. Tentukanlah harga k.

## BAB III

### PERSAMAAN ARRHENIUS DAN ENERGI AKTIVASI

#### A. Tujuan Percobaan

1. Memperllihatkan bagaimana ketergantungan konstanta laju reaksi pada suhu.
2. Menghitung energi aktivasi ( $E_a$ ) dengan menggunakan persamaan Arrhenius.

#### B. Teori Dasar

Pada tahun 1889 Arrhenius mengusulkan sebuah persamaan empirik yang menggambarkan ketergantungan konstanta laju reaksi pada suhu, persamaannya:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2} \quad (1)$$

Hasil integrasinya pada keadaan  $k_1$  dan  $k_2$  pada  $T_1$  dan  $T_2$  adalah :

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (2)$$

$$\text{atau : } \ln k = -\frac{E_a}{RT} + \text{konstanta}$$

Persamaan ini dapat juga ditulis :

$$k = A e^{-E_a/RT} \quad (3)$$

dimana :  $k$  = konstanta laju reaksi

$A$  = faktor Arrhenius

$E_a$  = energi aktivasi Arrhenius

Persamaan Arrhenius di atas sering juga ditulis dalam bentuk logaritma yaitu :

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (4)$$

Dari persamaan di atas dapat dibuat suatu kurva linear, bila harga konstanta laju reaksi diketahui pada berbagai suhu. Plot  $\ln k$  versus  $1/T$  akan diperoleh kurva berupa



garis lurus, dengan perpotongan (intersep)  $\ln A$ , kemiringan (slop)  $= -E_a/R$ , sehingga didapatkan  $E_a = -R \times \text{slop}$ .

Persamaan Arrhenius ini berlaku pada suhu rendah dan pada suhu tinggi untuk lebih teliti dapat dipakai persamaan :

$$k = BT^m e^{-E_b/RT} \quad (5)$$

atau :

$$\ln k = \ln B + m \ln T - \frac{E_b}{RT} \quad (6)$$

dimana B = konstanta

Dari persamaan (6) secara teoritis ada yang sukar diselesaikan, perpangkatan m mempunyai harga special tergantung pada macam dari teori yang dipakai dan reaksi alami yang terjadi. Perlakuan data percobaan dari persamaan di atas akan menghasilkan energi aktivasi  $E_b$ . Hubungan antara  $E_a$  dan  $E_b$  yang diakibatkan T adalah :

$$\begin{aligned} \frac{d \ln k}{dT} &= \frac{E_a}{RT^2} \quad (\text{Persamaan Arrhenius}) \\ \frac{d \ln k}{dT} &= \frac{E_b}{RT^2} + \frac{m}{T} \quad (\text{A fungsi T}) \end{aligned} \quad (7)$$

Dari kedua persamaan di atas diperoleh :

$$\begin{aligned} \frac{E_a}{RT^2} &= \frac{E_b}{RT^2} + \frac{m}{T} \\ E_a &= E_b + m RT \\ E_a - E_b &= m RT \end{aligned} \quad (8)$$

Bila persamaan (6) dikoreksi dengan m tidak nol, maka kurva antara  $\ln k$  versus  $1/T$  menunjukkan sedikit melengkung. Sehingga kurva ini dapat dijabarkan dalam dua bagian yang keduanya mendekati linear. Hal ini terjadi bila ada dua reaksi bersamaan yang mempunyai energi aktivasi berbeda dan selalu terlibat dalam reaksi yang sama, dapat berupa reaksi homogen dan heterogen. Reaksi homogen biasanya mempunyai energi

aktivasi lebih tinggi dan membutuhkan temperature/suhu tinggi. Sedangkan reaksi heterogen relatif temperatur lebih rendah.

### C. Alat dan Bahan

Alat :

Peralatan yang digunakan adalah:

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Rak tabung reaksi         | 6. Gelas kimia 25 ml 2 buah  |
| 2. Tabung reaksi 20 buah     | 7. Gelas kimia 600 ml 1 buah |
| 3. Pipet volume 1 ml 1 buah  | 8. Stop watch                |
| 4. Pipet volume 5 ml 1 buah  | 9. Thermometer               |
| 5. Pipet volume 10 ml 1 buah |                              |

Bahan :

Bahan-bahan yang dipakai adalah:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 0,04 M  | 4. Larutan kanji 3%          |
| 2. KI 0,1 M                                  | (dibuat saat akan digunakan) |
| 3. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,001 M | 5. Es batu                   |

### D. Prosedur Kerja

- Siapkan system seperti terlihat pada table dibawah ini, pada tabung-tabung reaksi yang terpisah :

Sistem	Tabung 1		Tabung 2			
	Volume $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ (ml)	Volume $\text{H}_2\text{O}$ (ml)	Volume $\text{I}^-$ (ml)	Volume $\text{H}_2\text{O}$ (ml)	Volume $\text{S}_2\text{O}_3^-$ (ml)	Volume Kanji (ml)
6	5	5	10	-	1	1

- Dengan menggunakan campuran air dan es yang diletakkan di dalam gelas kimia 600 ml, dinginkan masing-masing sebuah tabung 1 dan 2 sampai suhunya sama,

dengan jalan meletakkan kedua tabung reaksi di atas dalam campuran air dan es (catat suhu sebagai suhu awal)

3. Campurkan isi kedua tabung reaksi di atas kedalam satu gelas kimia, dalam waktu yang cepat pindahkan ke dalam gelas kimia yang lain, jalankan stopwatch dan ukur waktu yang diperlukan campuran sampai tampak warna biru, catat suhu sebagai suhu akhir (suhu reaksi merupakan rata-rata dari kedua suhu tadi).
4. Ulangi prosedur di atas untuk suhu-suhu lain (antara 0-40°C), setiap kali melakukan percobaan, catat suhu dan waktu reaksi yang diperlukan.

#### E. Hasil Percobaan

Suhu awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Suhu rata- rata (°C)	Waktu reaksi (s)	T (K)	1/T (K)	ln 1/waktu

#### F. Perhitungan

1. Isilah tabel di atas
2. Buat kurva ln 1/waktu sebagai fungsi 1/T. (dianggap 1/waktu berbanding lurus dengan laju reaksi)
3. Dari slop kurva, hitung energi aktivasi dalam satuan Kj/mol.

#### G. Pertanyaan

1. Bila reaksi di atas dilakukan pada suhu di atas 40°C ternyata akan terdapat penyimpangan dari persamaan Arrhenius. Berikan alasan yang mungkin menyebabkan penyimpangan di atas.
2. Dengan menggunakan persamaan Arrhenius tentukan faktor Arrhenius, A?

## BAB IV

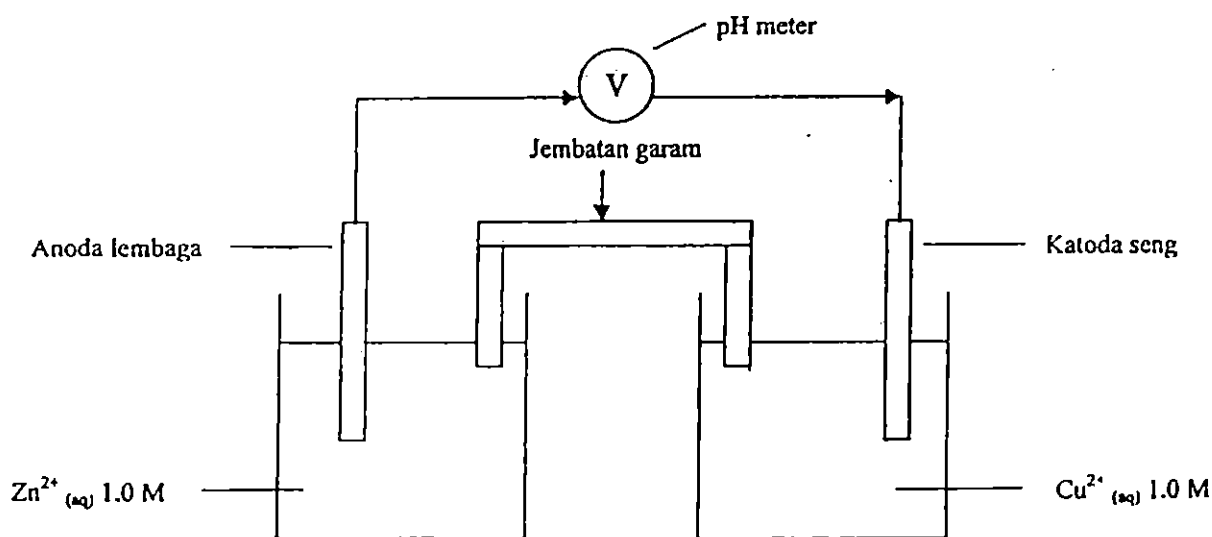
### PERSAMAAN NERNST

#### A. Tujuan

- 1) Menyusun dan mengukur GGL, sel elektrik (atau sel elektrokimia)
- 2) Mencoba menguji persamaan Nernst

#### B. Teori Dasar

Reaksi kimia dapat menghasilkan energi atau menyerap energi. Pertukaran energi yang terjadi biasanya dalam bentuk panas, tetapi kadangkala dengan mengadakan suatu modifikasi tertentu, energi yang dipertukarkan tersebut bisa diubah dalam bentuk energi listrik. Sebuah sel elektrik sederhana yang menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Pada sel elektrik seperti gambar diatas elektron akan mengalir dari anoda tembaga ke katoda seng. 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  $E_{\text{sel}}$ . Nilai  $E_{\text{sel}}$  bergantung pada berbagai faktor. Bila konsentrasi larutan seng dan tembaga adalah 1.0 M dan suhu sistem 298 K (25 °C),  $E_{\text{sel}}$  berada dalam keadaan standard dan diberi simbol  $E^0_{\text{sel}}$ .

Salah satu faktor yang mempengaruhi  $E_{\text{sel}}$  adalah konsentrasi. Persamaan yang menghubungkan konsentrasi dengan  $E_{\text{sel}}$  dinamakan persamaan Nernst. Bentuk persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$E_{\text{sel}} = E^0_{\text{sel}} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_C^c a_D^d \dots}{a_A^a a_B^b \dots}$$

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

F = konstanta faraday

n = jumlah elektron yang dipertukarkan dalam reaksi redoks.

Untuk perhitungan yang tidak memerlukan ketelitian yang tinggi, aktivitas dapat diganti dengan konsentrasi. Pada percobaan ini, akan dicoba untuk menguji persamaan Nernst.

### C. Tujuan

- 3) Menyusun dan mengukur GGL, sel elektrik (atau sel elektrokimia)
- 4) Mencoba menguji persamaan Nernst

### D. Alat-alat dan Bahan

- pH meter (atau potensiometer)
- Dua gelas piala (100 ml)
- Kertas saring
- Kabel, penjepit
- Lembaran seng
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  (1,0 M)
- Kertas amplas
- Labu takar (100 ml)

- Pipet (10 ml)
- $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  (1.0 M)
- Thermometer 0 – 100 °C.

#### E. Prosedur Percobaan

- 1) Siapkan potongan lembaran tembaga dan seng dengan ukuran kurang lebih 6 x 2 cm. Bersihkan permukaan lembaran logam tersebut dengan menggunakan kertas amplas.
- 2) Siapkan larutan jenuh amonium nitrat atau kalsium nitrat (kurang lebih 10-20 ml). Sebagai jembatan garam, ambil selembar kertas saring gulung dan rekatkan dengan menggunakan selotip pada bagian tengahnya untuk mencegah gulungan membuka (bisa juga digunakan stapler).
- 3) Siapkan dua gelas piala 100 ml yang satu diisi dengan 1.0 M  $\text{CuSO}_4$  dan yang sebuah lagi diisi dengan 1.0 M  $\text{ZnSO}_4$ . Celupkan elektroda-elektroda logam dan hubungan dengan kabel seperti gambar diatas.
- 4) Celupkan kertas saring yang telah dibentuk menjadi gulungan tadi ke dalam larutan anonium nitrat, hilangkan kelebihan amonium nitrat dengan menggunakan kertas saring lain, kemudian tempatkan sedemikian rupa sehingga kedua ujung gulungan tercelup ke dalam larutan yang berada pada kedua gelas piala. Amati nilai GGL dengan menggunakan pH meter yang disetel pada posisi mV. Catat polaritas kedua elektroda pada pengukuran tersebut, juga catat suhu larutan.
- 5) Siapkan 100 ml larutan 0.1 M  $\text{CuSO}_4$  dengan jalan mengencerkan larutan 1.0 M  $\text{CuSO}_4$ .
- 6) Ganti larutan  $\text{CuSO}_4$  1.0 M dengan larutan  $\text{CuSO}_4$  0.1 M, larutan  $\text{ZnSO}_4$  1.0 M jangan diganti.
- 7) Cuci dan bersihkan kembali kedua elektroda dengan kertas amplas. Ganti jembatan garam dengan yang baru dan kembali ukur dan catat nilai GGL dengan menggunakan pH meter.
- 8) Ulangi langkah 6, tetapi menggunakan larutan  $\text{CuSO}_4$  yang lebih encer. Kebersihan terutama kebersihan setengah sel tembaga harus benar-benar

diperhatikan karena sedikit kotoran saja sudah dapat menimbulkan kesalahan-kesalahan yang besar. Juga pembacaan pH meter harus dilakukan seteliti mungkin karena perbedaan GGL yang terjadi kecil (pengukuran dapat dilakukan secara lebih teliti dengan menggunakan potensiometer).

#### F. Hasil Percobaan

Larutan pada bagian anoda Zn/Zn <sup>2+</sup> (M)	Larutan pada bagian katoda Cu/Cu <sup>2+</sup> (M)	E <sub>sel</sub> (volt)
1.0	1.0	...
1.0	0.1	...
1.0	0.01	...
1.0	0.001	...

Suhu = ... °C

#### G. Perhitungan

- 1) Isi tabel diatas
- 2) Tulis reaksi sel dan bentuk umum persamaan Nernst untuk sel tersebut.
- 3) Buat kurva E<sub>sel</sub> sebagai fungsi log [Zn<sup>2+</sup>]/[Cu<sup>2+</sup>]
- 4) Hitung gradien dan perpotongan kurva dengan sumbu Y
- 5) Bandingkan hasil yang diperoleh dengan gradien teoritis yang dihitung dengan menggunakan persamaan Nernst, juga bandingkan E<sub>sel</sub> pada literatur.
- 6) Apakah yang mungkin menjadi sumber kesalahan dalam percobaan ini?

#### H. Pertanyaan

Secara eksperimental, percobaan akan lebih mudah bila setengah sel Zn/Zn<sup>2+</sup> diganti dengan setengah sel Ag/Ag<sup>+</sup>. Tetapi dalam percobaan ini digunakan setengah sel Zn/Zn<sup>2+</sup> karena Ag mahal harganya. Tulislah reaksi sel dan persamaan Nernst, bila setengah sel Zn/Zn<sup>2+</sup> diganti dengan setengah sel Ag/Ag<sup>+</sup>. Sebutkan alasan mengapa lebih baik menggunakan Ag/Ag<sup>+</sup> bila dibandingkan dengan Zn/Zn<sup>2+</sup>?

## BAB V

### PERANAN LINGKUNGAN TERHADAP KOROSI

#### A. Tujuan Percobaan

Untuk menunjukkan peranan lingkungan sekitar dalam proses pengamatan.

#### B. Teori Dasar

Korosi adalah suatu pokok bahasan yang menyangkut berbagai disiplin ilmu, atau dengan kata lain, ini menggabungkan aspek-aspek fisika, kimia, metalurgi, elektronika dan perekayasaannya. Walaupun demikian kebanyakan dari kita yang berkecimpung dalam bidang penanggulangan korosi sering mempunyai latar belakang salah satu atau beberapa disiplin itu tetapi tidak semuanya. Sulit bagi kita untuk menemukan proses alami yang tidak dipengaruhi oleh perubahan energi. Korosi adalah gejala yang timbul secara alami. Pengaruhnya dialami oleh hampir semua zat dan diatur oleh perubahan-perubahan energi. Oleh sebab itu diperlukan pembahasan teori-teori tentang energi dan zat.

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Beberapa hal penting menyangkut definisi ini bisa dijelaskan sebagai berikut :

- a. Korosi berkaitan dengan logam. Ini berarti bahwa hanya setengah reaksi seperti persamaan di bawah yang bisa dianggap reaksi korosi sejati. Setengah reaksi yang kedua, walaupun menerangkan suatu proses yang harus ada agar korosi dapat berlangsung, namun bukanlah suatu reaksi korosi.



- b. Melalui penggunaan istilah degradasi atau penurunan mutu kita mengandaikan bahwa korosi adalah proses yang tidak dikehendaki. namun demikian ini tidak selamanya benar, dan dalam hal itu proses tersebut biasanya tidak disebut korosi.
- c. Penurunan mutu logam tidak hanya melibatkan reaksi kimia, yakni antara bahan-bahan bersangkutan terjadi perpindahan elektron. Karena elektron adalah sesuatu



yang bermuatan negatif, maka pengangkutannya menimbulkan arus listrik, sehingga reaksi demikian dipengaruhi oleh potensial listrik.

- d. Lingkungan adalah sesuatu yang paling mudah untuk memaksudkan semua unsur di sekitar logam terkorosi pada saat reaksi.

### Cacat dalam struktur logam

Kita mempunyai kecenderungan untuk mengandaikan bahwa ketika logam-logam membeku membentuk struktur kristal yang sangat tertata, tidak ada cacat dalam susunan tumpukan-tumpukannya. Sesungguhnya tidak demikian. Logam selalu mempunyai ketidaksempurnaan, yang disebut cacat (defect), pada struktur kisi-kisinya dan ini sering sangat berpengaruh pada sifat-sifat korosi logam. Salah satu cara bagaimana kristal menjadi tidak sempurna, yaitu ketika membahas batas butir yang merupakan daerah pertemuan tidak serasi antara kisi-kisi bersebelahan, masing-masing dengan orientasi berbeda. Struktur butir logam terjadi akibat proses pemadatan selama pencetakan. Ini juga sangat dipengaruhi oleh perlakuan mekanik yang diterima selama pengerjaan dan fabrikasi. Sifat dapat ditempa yang dimiliki logam mengandung arti bahwa proses tersebut dapat mengakibatkan perubahan bentuk yang tidak tanggung-tanggung pada butir-butir serta retak atau patah pada bagian kisi-kisi yang semula sempurna.

### C. Alat dan Bahan

1. 6 tabung reaksi dan sebuah rak
2. 6 paku beton, panjang 50 mm
3. Penyekat
4. Sepotong gabus
5. Bahan Kimia : Nitrit, Natrium kromat.

#### **D. Prosedur Kerja**

1. Tempatkan setiap tabung dalam rak dan masukkan sepotong paku ke dalam masing-masing tabung.
2. Biarkan paku dalam tabung no 1 berhubungan langsung dengan udara.
3. Rendam seluruh paku dalam tabung no.2 dengan air PAM.
4. Rendam seluruh paku dalam tabung no.3 dengan air PAM.
5. Isi tabung no.4 dengan air PAM yang sudah dididihkan. Tutup tabung dengan gabus dan penyekat agar udara tidak dapat masuk ke dalamnya.
6. Siapkan larutan natrium nitrit dan natrium kromat berpelarut air, masing-masing 10 gram dalam 100 ml air PAM.
7. Rendam seluruh paku dalam tabung no.5 dengan natrium nitrit
8. Rendam seluruh paku dalam tabung no.6 dengan natrium kromat
9. Biarkan sekurang-kurangnya sehari semalam, atau lebih baik satu minggu.
10. Amati pengaruh lingkungan yang berbeda-beda terhadap paku.

## BAB VI

### PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP TINGKAT ENERGI

#### A. Tujuan

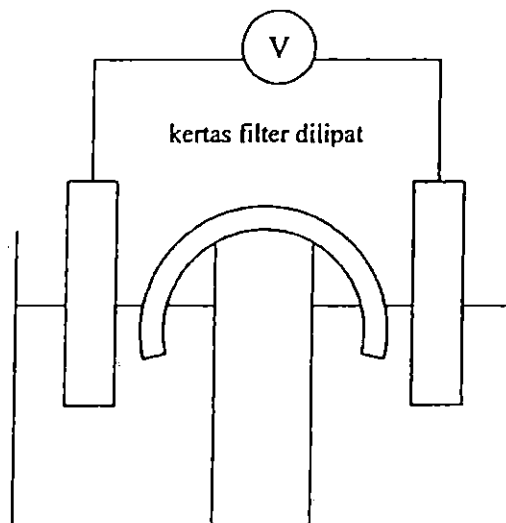
Untuk menerangkan pengaruh temperatur terhadap tingkat-tingkat energi.

#### B. Teori Dasar

Salah satu cara memasok energi ke suatu bahan adalah memanaskannya. Dalam percobaan berikut ini sebuah logam dipanasi dan diperbandingkan dengan potongan logam yang sama tetapi dingin. Kalau anda sudah mengukur potensial sistem itu, tanda yang diperlihatkan menyatakan bahwa elektroda panas mengandung energi lebih banyak ketimbang elektroda dingin. Implikasi peristiwa ini adalah dalam struktur logam yang mengalami variasi-variasi temperatur, karena sel-sel korosi lokal akan terbentuk dan bagian-bagian yang lebih panas akan mengalami korosi terlebih dahulu.

#### C. Alat dan Bahan

- 1) 2 gelas piala 250 ml
- 2) 2 elektroda tembaga
- 3) Kertas penyaring besar
- 4) Kompor listrik
- 5) Larutan natrium klorida



#### **A. Prosedur**

- 1) Siapkan peralatan seperti gambar diatas
- 2) Celupkan elektroda tembaga ke dalam larutan
- 3) Panaskan larutan dalam salah sebuah gelas piala menggunakan kompor listrik.
- 4) Apabila larutan hampir mendidih, hentikan pemanasan.
- 5) Hubungkan voltmeter dan ukur besar serta tanda setiap beda potensial antara kedua elektroda.

#### **Catatan :**

- 1) Kertas saring dilipat-lipat memanjang, Kemudian dipasang menjembatani kedua gelas piala. Kertas saring tadi harus betul-betul jenuh dengan larutan dari gelas-gelas piala sebelum pengukuran potensial dilakukan.
- 2) Pembakar Bunsen boleh digunakan untuk memanaskan larutan tetapi harus hati-hati agar kertas saring tidak terbakar. Dalam hal ini gelas piala yang tidak dipanaskan perlu ditaruh di atas suatu dudukan..

#### **B. Pertanyaan**

Yang manakah dari kedua elektroda itu yang memiliki gaya gerak listrik yang lebih tinggi ; tembaga panas atau dingin ?

## BAB VII.

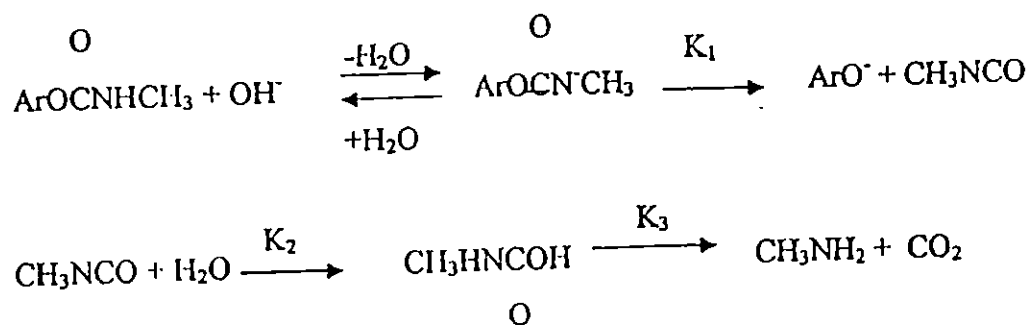
# PENENTUAN KONSTANTA LAJU REAKSI DENGAN METODA SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

### A. Tujuan Percobaan

1. Melatih penggunaan alat spektrofotometer UV-Vis.
2. Menentukan serapan maksimum ( $\lambda_{\max}$ ).
3. Menentukan konstanta laju reaksi larutan sample karbamat.

### B. Teori Dasar

Ester karbamat akan terhidrolisa pada kondisi basa, dimana hasil reaksinya adalah senyawa hidroksi, amin, dan karbon dioksida, mengikuti reaksi sebagai berikut:



Kesetimbangan reaksi pertama terjadi sangat cepat dan  $k_1$  jauh lebih kecil dibandingkan  $k_2$  dan  $k_3$ , sehingga  $k_1$  merupakan langkah penentu kecepatan reaksi. Dilihat dari struktur, antara reaktan dan produk mempunyai gugus substituen yang berbeda, yaitu gugus ester pada reaktan dan gugus hidroksi pada produk. Kedua senyawa ini dapat diperkirakan mempunyai serapan dalam spektrofotometri pada panjang gelombang yang berbeda, sehingga untuk mengamati kecepatan reaksinya dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Dengan spektrofotometer UV-Vis diamati sifat fisika zat tersebut yaitu absorban (A) dari sampel karbamat. Secara kinetika hubungan absorban (A) dengan konsentrasi adalah :

$$\frac{x}{a} = \frac{A - A_0}{A_\infty - A_0} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{a}{a-x} = \frac{A_\infty - A_0}{A_\infty - A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :  $x$  = zat yang bereaksi                       $a$  = konsentrasi awal  
 $a-x$  = konsentrasi pada waktu                       $A_0$  = Absorban pada awal  
 $A$  = Absorban pada waktu  $t$   
 $A_\infty$  = Absorban pada waktu tak hingga (akhir reaksi)

Berdasarkan reaksi orde pertama (1) didapatkan hubungan:

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x} \dots\dots\dots(3)$$

maka persamaan (3) ini dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{A_\infty - A_0}{A_\infty - A} \dots\dots\dots(4)$$

atau dapat ditulis dalam bentuk persamaan linear :

$$\ln (A_\infty - A) = -kt + \ln (A_\infty - A_0) \dots\dots\dots(5)$$

Dari persamaan ini dibuat kurva  $\ln (A_\infty - A)$  Versus  $t$  sehingga didapatkan harga konstanta laju reaksi ( $k$ ) dari slopnya dan sebagai intersepnya  $\ln (A_\infty - A_0)$ .

Berdasarkan teori laju reaksi yaitu teori tumbukan, laju reaksi antara molekul A dan B dalam tiap meter kubik persatuan waktu dinyatakan dalam persamaan :

$$Z_{AB} = \pi \sigma_{AB}^2 N_A N_B \left( \frac{8kT}{\pi \mu} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(6)$$

dengan  $\sigma_{AB} = \frac{(\sigma_A + \sigma_B)}{2}$  dan  $\frac{1}{\mu} = \left( \frac{1}{m_A} \right) + \left( \frac{1}{m_B} \right)$ , dimana  $\sigma_A$  dan  $\sigma_B$  adalah diameter molekul,  $m_A$  dan  $m_B$  adalah massa molekul dan  $N_A$  dan  $N_B$  adalah jumlah molekul A dan B

per meter kubik serta  $k$  adalah konstanta Boltzman. Tetapi tidak setiap tumbukan menghasilkan reaksi. Reaksi hanya akan terjadi jika tumbukan mempunyai energi lebih besar dari  $E_a$ . Fraksi tumbukan yang mempunyai energi lebih besar dari  $E_a$  sebanding dengan eksp.  $(-E_a/RT)$ , sehingga laju reaksi setiap mol menjadi:

$$-\frac{dc_A}{dt} = \pi \sigma^2 N_A N_A c_A c_B \left(\frac{8kT}{\pi\mu}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-(E_a/RT)} \dots\dots\dots(7)$$

dimana  $N = cN_A$ , karena rumus empiris laju reaksi elementer adalah  $-\frac{dc_A}{dt} = k c_A c_B$ , maka konstanta kecepatan reaksi dapat dinyatakan sebagai :

$$k = \pi \sigma^2 N_A N_A \left(\frac{8kT}{\pi\mu}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-(E_a/RT)} \dots\dots\dots(8)$$

$$k = N_A z_{AB} e^{-(E_a/RT)} \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan Arrhenius mempunyai bentuk yang sama dengan persamaan di atas, sehingga teori tumbukan dapat menduga faktor frekuensi A:

$$A = \pi \sigma^2 N_A N_A \left(\frac{8kT}{\pi\mu}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(10)$$

Ketergantungan A terhadap suhu tidak sangat kuat karena T ada dalam bentuk akar, sehingga untuk jangkauan suhu yang tidak terlalu besar, A bisa dianggap konstan.

Pada suhu normal, kecepatan molekul sekitar 400 m/det. Harga  $\sigma$  sekitar  $3 \times 10^{-10}$  m, sehingga harga A adalah :

$$A = (6 \times 10^{23} / \text{mol}) \pi (3 \times 10^{-10})^2 (400 \text{ m/det}) \approx 7 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{mol det.} \dots\dots\dots(11)$$

Bila konsentrasi diubah dalam satuan mol/L, maka harga A menjadi  $7 \times 10^{10}$  L/mol det. Harga faktor frekwensi untuk reaksi bimolekuler pada suhu 300 K berkisar antara  $10^9$  sampai  $10^{10}$  L/mol det.

Untuk molekul sederhana, nilai A yang dihitung secara teoritis hampir sama dengan nilai A hasil eksperimen. Tetapi untuk molekul yang lebih kompleks terjadi penyimpangan

yang cukup nyata. Kecepatan reaksi cenderung lebih kecil dari yang <sup>34</sup>diduga oleh teori tumbukan. Dalam banyak hal lebih kecil dengan faktor  $10^5$  atau lebih. Untuk memperhitungkan faktor ini, dimasukkan tambahan P, yang disebut faktor probabilitas atau faktor sterik, yang dimasukkan dalam persamaan k:

$$k = P e^{-E_a/RT} \dots\dots\dots(12)$$

Faktor sterik, P dapat ditentukan dengan membandingkan harga A hasil eksperimen dengan harga A yang didapat dari teori tumbukan,

$$P = \frac{A_{eksperimen}}{A_{tumbukan}} \quad \text{atau} \quad P = \frac{k_{eksperimen}}{k_{tumbukan}} \dots\dots\dots(13)$$

Harga konstanta laju reaksi pada beberapa suhu menurut persamaan Arrhenius dapat dinyatakan :

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \dots\dots\dots(14)$$

dimana  $k_1$  dan  $k_2$  adalah konstanta laju pada suhu  $T_1$  dan  $T_2$ . Jika  $k_1$  dan  $k_2$  sudah didapat, maka energi aktivasi ( $E_a$ ) dapat ditentukan.

### C. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Spektrofotometer UV-Vis, shering, dan peralatan gelas.

#### 2. Bahan

Bahan-bahan yang dipakai adalah sampel karbamat, larutan NaOH 0,01 M yang mengandung 40% MeOH.



#### D. Prosedur Kerja

1. Hubungan alat Spektrofotometer UV-Vis dengan arus listrik
2. Hidupkan alat dan biarkan  $\pm 15$  menit sebelum dipakai
3. Penentuan panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{mak}}$ ):
  - a. Atur panjang gelombang pada alat
  - b. Masukkan tabung kuvet yang telah berisi larutan blanko  $\pm 3/4$  bagian kedalam tempat tabung kuvet bagian dalam (gunakan larutan blanko yang cocok).
  - c. Masukkan tabung kuvet yang berisi larutan sample karbamat ke dalam tempat tabung kuvet bagian luar. Larutan sample adalah 80  $\mu\text{L}$  larutan sample karbamat (0,1 mg/mL) dilarutkan dalam 8 mL solven (0,01 M NaOH mengandung 40 % MeOH).

Perhatikan ! jangan sekali-kali memasukkan tabung kuvet yang kosong ke dalam alat apabila alat sudah dihidupkan dan sebelum dimasukkan ke dalam alat, dinding tabung kuvet harus dibersihkan / dikeringkan dulu dengan tissue.
  - d. Tutup tempat tabung kuvet
  - e. Kalibrasi alat sehingga absorban nol ( $A=0,0$ ), lalu ukur absorban dari sample, baca dan catat data nilai absorban ( $A$ ) pada alat.
  - f. Ulangi prosedur (e) pada panjang gelombang yang lain sehingga didapatkan panjang gelombang yang paling sensitive (panjang gelombang maksimum/ $\lambda_{\text{mak}}$ ).
4. Set alat pada panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{mak}}$ ) tersebut.
5. Ulangi prosedur (3 b) s.d (3d)
6. Amati serapan dari sampel secara terus menerus pada berbagai variasi waktu (pada  $t=0$  sampai  $t=\infty$ ), misalnya range waktu dibuat 5 menit, sampai didapatkan serapan pada waktu tak hingga ( $A_{\infty}$ ).
7. Buat kurva  $\ln ( A_{\infty} - A )$  versus  $t$ , sehingga didapatkan harga  $k_1$  dari slopnya dan sebagai intersep  $\ln ( A_{\infty} - A_0 )$ .

8. Ulangi prosedur di atas pada temperatur ( $T$ ) yang lain sehingga didapatkan harga  $k_2$ , lalu tentukan energi aktivasi Arrhenius dengan menggunakan persamaan (14).

### E. Hasil Percobaan

1. Penentuan panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{mak}}$ )

No.	Panjang Gelombang, $\lambda$ (nm)	Absorban (A)
Kes	$\lambda_{\text{mak}} =$	$A_{\text{mak}} =$

2. Penentuan konstanta laju reaksi  $k_1$  pada temperatur  $T_1 = \dots\dots\dots$  K

No.	Waktu, $t$ (menit)	Absorban (A)	$(A_{\infty} - A)$	$\ln (A_{\infty} - A)$

3. Penentuan konstanta laju reaksi  $k_2$  pada temperatur  $T_2 = \dots\dots\dots$  K

No.	Waktu, $t$ (menit)	Absorban (A)	$(A_{\infty} - A)$	$\ln (A_{\infty} - A)$

4. Penentuan energi aktivasi dengan menggunakan persamaan (14).

### **Pertanyaan**

1. Kemukakanlah bagaimana ketergantungan konstanta laju reaksi ( $k$ ) terhadap suhu?
2. Tentukan harga konstanta laju reaksi,  $k_1$  dan  $k_2$  dalam satuan yang tepat..
3. Kenapa pada percobaan ini digunakan alat spektrofotometer UV-Vis dan dapatkah digunakan alat lain, jelaskan!

## BAB VIII

### 9. OKSIDASI ETANOL OLEH CHROM (VI)

#### A. TUJUAN PERCOBAAN

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksi oksidasi etanol oleh chrom (VI).

#### B. TEORI DASAR

Etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) dioksidasi menjadi asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Dalam percobaan ini zat pengoksidasi yang digunakan adalah Cr(VI). Cr(VI) disiapkan dengan melarutkan kalium bikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) dalam asam klorida, yang menghasilkan:



Dalam oksidasi etanol oleh  $\text{CrO}_3\text{Cl}^-$ , atom Cr dalam  $\text{CrO}_3\text{Cl}^-$  mengalami reduksi dari Cr(VI) menjadi Cr(III), menurut reaksi:



Hukum laju reaksi oksidasi etanol oleh chrom tersebut dapat ditulis:

$$r = k [\text{H}_3\text{O}^+]^x [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]^y [\text{Cr(VI)}]^z \quad (3)$$

Tetapi jika konsentrasi asam klorida dan etanol jauh lebih besar dari konsentrasi Cr(VI), maka selama terjadi reaksi perubahan konsentrasi asam klorida dan etanol relatif kecil atau mendekati konstan. Bila konsentrasi kedua reaktan tersebut mendekati konstan, maka laju reaksi menjadi:

$$r = k' [\text{Cr(VI)}]^z \quad \text{dengan } k' = k [\text{H}_3\text{O}^+]^x [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]^y \quad (4)$$

atau dapat ditulis:  $\ln r = \ln k' + z \ln [\text{Cr(VI)}]$  (5)

Hal ini berarti bahwa, jika konsentrasi asam klorida dan etanol konstan selama reaksi, maka pengaruh perubahan konsentrasi Cr(VI) terhadap laju reaksi ( $z$ ) dapat ditentukan tanpa mempertimbangkan dua reaktan lain.

Dengan mengukur konsentrasi Cr(VI) yang bereaksi setiap satuan waktu maka harga  $z$  dapat ditentukan. Berdasarkan persamaan 5, dengan membuat grafik  $\ln r$  sebagai sumbu  $y$  dan  $\ln [\text{Cr(VI)}]$  sebagai sumbu  $x$  maka didapatkan grafik dengan slope =  $z$  dan intersep =  $\ln k'$ . Yang mana harga  $r$



### C. ALAT DAN BAHAN

#### 1. Peralatan yang digunakan:

Buret	Batang pengaduk
Pipet hisap (10 ml)	Stop watch
Gelas ukur (100 ml)	Erlenmeyer
Labu ukur (250 ml)	Neraca analitik

#### 2. Bahan yang dipakai:

Larutan KI 3%	Etanol 96 %
HCl 11,6 M	Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 4 N	Larutan Kanji 2 %

### D. PROSEDUR KERJA

#### 1. Pembuatan larutan Cr (VI)

Siapkan larutan HCl 3,6 M 300 ml dari HCl pekat (11,6 M). Buat larutan kalium bikromat 0,002 M, 0,003 M dan 0,004 M dalam labu ukur dengan menggunakan HCl 3,6 M sebagai pelarut.

#### 2. Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1. Ambil larutan Cr(VI) sebanyak 10 ml, masukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 4 ml larutan Kalium iodida 3 %, warna larutan segera berubah dari orange menjadi coklat, karena iodida dioksidasi menjadi iod oleh Cr(VI). Tambahkan 5 tetes larutan pati, sehingga terlihat warna coklat kehitaman karena pembentukan kompleks  $\text{I}_2$  dan kanji.
2. Titrasi larutan ini dengan larutan natrium tiosulfat sampai titik akhir hijau pucat.
3. Ulangi prosedur 2 untuk konsentrasi Cr(VI) 0,003M dan 0,004 M.

#### 3. Reaksi etanol dan Cr(VI)

1. Ambil 150 ml larutan Cr(VI), masukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, tambahkan 2 ml etanol dan larutan diaduk sampai homogen. Catat waktu saat penambahan etanol ( $t=0$ ).

2. Setelah 10 menit, ambil 10 ml larutan ini dan masukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 4 ml larutan KI 3%. Tambahkan 5 tetes larutan pati dan titrasi larutan tersebut dengan natrium tiosulfat sampai mencapai titik akhir biru pucat.
3. Ulangi prosedur 2 setiap 10 menit, lakukan 8 sampai 10 kali titrasi dengan rentang waktu 80 – 100 menit.

### E. LEMBARAN PENGAMATAN

#### 1. Standarisasi Larutan Natrium tiosulfat.

[Cr(VI)]	Volume Natrium tiosulfat		
	I	II	III
0,002			
0,003			
0,004			

#### 2. Reaksi etanol dan Cr(VI)

Waktu	Volume Natrium Tiosulfat
$t_1$	
$t_2$	
$t_3$	
$t_4$	
$t_5$	
$t_6$	
$t_7$	
$t_8$	
$t_9$	
$t_{10}$	

## F. PERHITUNGAN

1. Untuk menentukan konsentrasi larutan natrium tiosulfat, gunakan volume Cr(VI) yang terpakai dalam titrasi dan molaritas Cr(VI) dalam larutan untuk mengukur jumlah mol Cr(VI) yang digunakan dalam titrasi. Hitung pula mol  $I_2$  bila KI bereaksi dengan larutan Cr(VI) ini. Hitung jumlah  $S_2O_3^{2-}$  yang bereaksi dengan  $I_2$ , kemudian gunakan jumlah mol  $S_2O_3^{2-}$  yang telah dihitung ini untuk menghitung molaritas natrium tiosulfat. Catat harga rata-rata dari tiga kali percobaan.
2. Untuk percobaan laju reaksi, gunakan molaritas dan volume larutan natrium tiosulfat untuk menghitung jumlah mol  $S_2O_3^{2-}$  yang dibutuhkan bagi tiap titrasi. Hitung jumlah mol  $I_2$  yang bereaksi dengan  $S_2O_3^{2-}$ . Gunakan jumlah mol  $I_2$  untuk menghitung jumlah mol Cr(VI) yang bereaksi dengan KI. Selanjutnya gunakan jumlah mol Cr(VI) dan volume larutan Cr(VI) yang anda ukur untuk menghitung konsentrasi Cr(VI) dalam larutan setiap saat.
3. Untuk mendapatkan harga r pada setiap saat, siapkan grafik dengan memplot  $[Cr(VI)]$  pada sumbu y versus waktu sebagai sumbu x. Pada titik  $t = 0$  adalah  $[Cr(VI)]$  yang anda hitung berdasarkan berat kalium bikromat yang digunakan untuk membuat larutan tersebut. Hubungkan titik – titik tersebut untuk mendapatkan kurva yang halus.
4. Untuk mendapatkan harga z dan k plot grafik  $\ln r$  pada sumbu y versus  $\ln [Cr(VI)]$  pada sumbu x.

## G. PERTANYAAN

1. Jika konsentrasi etanol jauh lebih besar dari konsentrasi Cr(VI), maka etanol akan mengalami perubahan konsentrasi yang relatif kecil selama berlangsungnya reaksi dan tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi. Hitung konsentrasi molar etanol dalam campuran etanol – Cr(VI) untuk memperlihatkan bahwa konsentrasi etanol jauh lebih besar dari konsentrasi Cr(VI). Densitas alkohol 0,789 g/ml.



2. Bagaimana hasil perhitungan  $[\text{Cr(VI)}]$  dibandingkan dengan  $[\text{Cr(VI)}]$  yang sesungguhnya pada waktu tertentu jika :
  - a. etanol -  $\text{Cr(VI)}$  dalam buret tiba-tiba dimasuki larutan  $\text{Cr(VI)}$  yang tidak ditambah alkohol
  - b. Suatu larutan etanol -  $\text{Cr(VI)}$  yang terukur dibiarkan selama beberapa menit sebelum KI ditambahkan.
  - c. Sejumlah larutan etanol -  $\text{Cr(VI)}$  tertumpah selama titrasi
  - d. Jika volume pati yang ditambahkan lebih besar dari 2 ml
3. Gunakan harga konstanta kecepatan reaksi untuk menghitung kecepatan reaksi bila  $[\text{Cr(VI)}] = 0,002 \text{ M}$  dan bila  $[\text{Cr(VI)}] = 0,001 \text{ M}$

## BAB XI

# ELEKTROLISIS UNTUK MENENTUKAN BILANGAN AVOGADRO

### A. Tujuan

- 1) Menentukan bilangan Avogadro ( $N_0$ )
- 2) Mempraktekkan konsep bilangan Avogadro ( $N_0$ )

### B. Teori Dasar

Suatu tetapan yang sangat penting dalam bidang kimia adalah bilangan Avogadro ( $N_0$ ). Ada macam-macam metoda untuk menentukan bilangan itu. Metoda yang paling tepat adalah kristalografi sinar-X. Dalam percobaan ini, kita akan menentukan  $N_0$  secara elektrolisis.

Elektrolisis larutan garam dapur dengan yang terbuat dari tembaga menghasilkan ion tembaga (I) (yaitu  $\text{Cu}^+$ ) pada anoda. Ion tembaga itu ( $\text{Cu}^+$ ) membentuk tembaga (I) oksida yang mengendap. Jumlah listrik yang diperlukan untuk mengoksidasi satu mol atom tembaga menjadi satu mol ion tembaga (I) dapat diukur. Dari jumlah muatan pada satu ion tembaga (I) ( $\text{Cu}^+$ ) kita dapat menghitung  $N_0$ . (Jumlah muatan pada satu ion  $\text{Cu}^+ = 1,6 \times 10^{-19}$  coulomb).

### C. Alat-alat dan Bahan

- Dua buah lempeng tembaga (5 cm x 3 cm) sebagai elektroda; Amplas besi; Ampermeter (skala 0 – 5 A); Kabel.
- Sumber DC yang dapat diubah-ubah tegangannya (variabel) (Fisher variabel power supply model A 0-9 volt, 4,5 amper).
- Gelas piala (100 ml)
- 80 ml larutan A (larutan A terdiri dari 100 gram NaCl dan 1 gram NaOH dalam 2 liter air suling).
- Pembakar gas, kaki, kaki tiga.
- Standar besi
- Stopwatch (atau jam tangan)
- Thermometer (0-100 °C)

## BAB XI

# ELEKTROLISIS UNTUK MENENTUKAN BILANGAN AVOGADRO

### A. Tujuan

- 1) Menentukan bilangan Avogadro ( $N_0$ )
- 2) Mempraktekkan konsep bilangan Avogadro ( $N_0$ )

### B. Teori Dasar

Suatu tetapan yang sangat penting dalam bidang kimia adalah bilangan Avogadro ( $N_0$ ). Ada macam-macam metoda untuk menentukan bilangan itu. Metoda yang paling tepat adalah kristalografi sinar-X. Dalam percobaan ini, kita akan menentukan  $N_0$  secara elektrolisis.

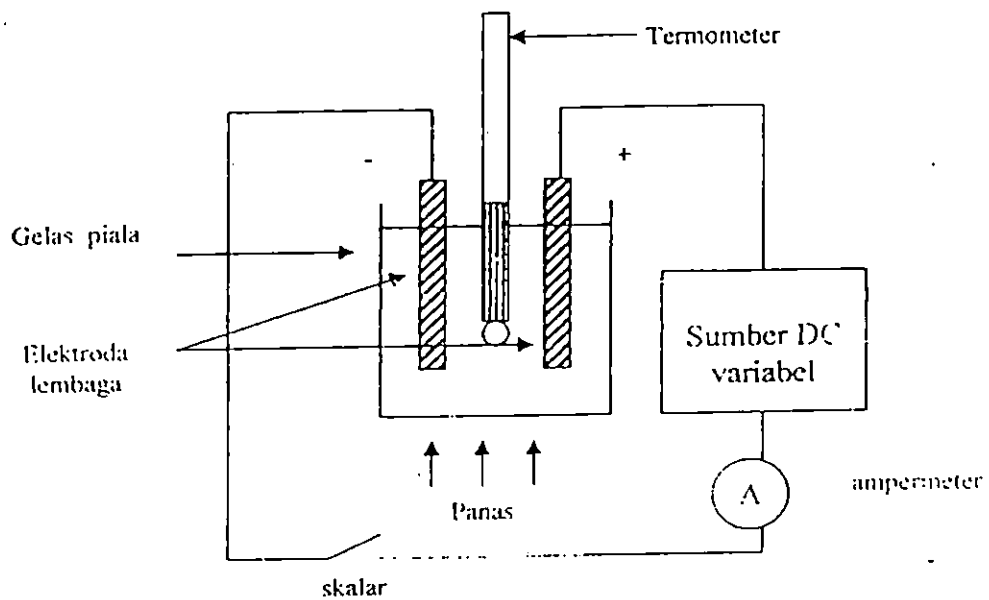
Elektrolisis larutan garam dapur dengan yang terbuat dari tembaga menghasilkan ion tembaga (I) (yaitu  $\text{Cu}^+$ ) pada anoda. Ion tembaga itu ( $\text{Cu}^+$ ) membentuk tembaga (I) oksida yang mengendap. Jumlah listrik yang diperlukan untuk mengoksidasi satu mol atom tembaga menjadi satu mol ion tembaga (I) dapat diukur. Dari jumlah muatan pada satu ion tembaga (I) ( $\text{Cu}^+$ ) kita dapat menghitung  $N_0$ . (Jumlah muatan pada satu ion  $\text{Cu}^+ = 1,6 \times 10^{-19}$  coulomb).

### C. Alat-alat dan Bahan

- Dua buah lempeng tembaga (5 cm x 3 cm) sebagai elektroda; Amplas besi; Ampermeter (skala 0 – 5 A); Kabel.
- Sumber DC yang dapat diubah-ubah tegangannya (variabel) (Fisher variabel power supply model A 0-9 volt, 4,5 amper).
- Gelas piala (100 ml)
- 80 ml larutan A (larutan A terdiri dari 100 gram NaCl dan 1 gram NaOH dalam 2 liter air suling).
- Pembakar gas, kaki, kaki tiga.
- Standar besi
- Stopwatch (atau jam tangan)
- Thermometer (0-100 °C)

#### D. Prosedur Percobaan

- 1) Bersihkan elektroda tembaga dengan amplas.
- 2) Salah satu elektroda dipakai sebagai anoda. Timbang elektroda tersebut pada neraca analitik.
- 3) Kedua elektroda tembaga dimasukkan ke dalam 80 ml larutan A dan rangkaian listrik disusun seperti gambar berikut :



- 4) Gelas piala dipanaskan sampai suhu mencapai  $80^{\circ}\text{C}$  dan suhu itu dijaga supaya tetap.
- 5) Ketika suhu sudah tetap  $80^{\circ}\text{C}$ , aliran listrik dihubungkan dan dialirkan melalui larutan A. Pada waktu yang sama mulailah mencatat waktu dengan stopwatch. Arus listrik harus dijaga selalu tetap selama percobaan yaitu 1.5 amper (dapat dibaca pada amperemeter). Aliran ini sering berubah-ubah selama percobaan.
- 6) Sesudah 10 menit aliran listrik dimatikan, anoda dibersihkan dengan air, kemudian dikeringkan dengan kertas tisu.
- 7) Timbanglah anoda itu sekali lagi.

### E. Hasil Percobaan

Waktu percobaan : t detik  
Berat anoda awal : ... gram  
Berat anoda akhir : ... gram  
Perubahan berat anoda : x gram  
Aliran listrik

### F. Perhitungan

- 1) Hitung berapa coulomb diperlukan untuk mengoksidasi x gram tembaga.
- 2) Hitung berapa coulomb diperlukan untuk mengoksidasi satu mol tembaga. (berat molekul tembaga 63,54).
- 3) Muatan satu ion tembaga (I) ( $\text{Cu}^+$ ) adalah  $1,6 \times 10^{-19}$  coulomb. Hitung jumlah ion  $\text{Cu}^+$  yang terbentuk dalam percobaan (jumlah atom tembaga dalam satu mol tembaga sama dengan  $N_0$ ).

### G. Pertanyaan

Apakah nama endapan merah/jingga yang terbentuk dalam proses elektrolisis ini?

## BAB X

### SELAPUT PERMUKAAN PADA KOROSI

#### A. Tujuan Percobaan

Untuk menjelaskan pembentukan selaput permukaan yang melindungi logam dari korosi.

#### B. Teori Dasar

Cacat dalam struktur logam

Kita mempunyai kecenderungan untuk mengandaikan bahwa ketika logam-logam membeku membentuk struktur kristal yang sangat tertata, tidak ada cacat dalam susunan tumpukan-tumpukannya. Sesungguhnya tidak demikian. Logam selalu mempunyai ketidaksempurnaan, yang disebut cacat (defect), pada struktur kisi-kisinya dan ini sering sangat berpengaruh pada sifat-sifat korosi logam. Salah satu cara bagaimana kristal menjadi tidak sempurna, yaitu ketika membahas batas butir yang merupakan daerah pertemuan tidak serasi antara kisi-kisi bersebelahan, masing-masing dengan orientasi berbeda. Struktur butir logam terjadi akibat proses pemadatan selama pencetakan. Ini juga sangat dipengaruhi oleh perlakuan mekanik yang diterima selama pengerjaan dan fabrikasi. Sifat dapat ditempa yang dimiliki logam mengandung arti bahwa proses tersebut dapat mengakibatkan perubahan bentuk yang tidak tanggung-tanggung pada butir-butir serta retak atau patah pada bagian kisi-kisi yang semula sempurna.

Adapun jenis cacat yang dapat terjadi pada logam adalah, sebagai berikut:

- Kekosongan (vacancy) yakni hilangnya sebuah atom dari kedudukannya pada kisi.
- Cacat substitusi (substitutional defect), yakni adanya atom asing yang menempati suatu kedudukan pada kisi yang semestinya diisi oleh atom tuan rumah.
- Cacat interstisi (interstitial defect), yakni apabila sebuah atom menempati suatu kedudukan yang tidak normal sehingga terdesak ke antara atom-atom pada kisi tuan rumah. Atom interstisi sendiri bisa berupa atom tuan rumah atau atom asing.

Cacat atom tunggal, atau lebih tepat disebut cacat titik, besar sekali peranannya dalam teori paduan dimana, walaupun sesungguhnya merupakan cacat pada suatu kisi sempurna. dengan sengaja dimanfaatkan untuk menyempurnakan sifat-sifat mekanik logam. Cacat titik juga mempunyai peran dalam beberapa mekanisme korosi. misalnya perapuhan hidrogen, selective attack, korosi oksidasi dan korosi panas. yang kesemuanya tergantung pada difusi unsur-unsur memintas kisi logam.

Cacat jenis kedua terjadi di dalam struktur butir ketika bidang-bidang atom. bukan atom-atom individu, tidak menempati kedudukan sempurna pada kisi. Ini dikenal sebagai cacat garis. Salah satu contoh cacat garis adalah dislokasi. baik mobilitas dislokasi maupun mobilitas cacat titik berkaitan erat dengan sifat-sifat seperti kekuatan, kekerasan dan ketangguhan. Dua tipe dislokasi yang penting adalah :

- a. Dislokasi tepi (edge dislocation), yakni adanya sebuah bidang atom tidak sempurna diantara dua bidang lainnya.
- b. Dislokasi ulir (Screw dislocation), yakni adanya bidang yang menyerong sedikit sehingga tidak searah lagi dengan bidang-bidang terdekatnya.

Cacat golongan ketiga yang mempengaruhi logam pada skala makroskopisnya adalah cacat volume. Dalam hal ini sebahagian besar volume logam tidak bersesuaian dengan struktur keseluruhan bahan sejenis yang terbentuk sempurna. Cacat volume ini umumnya akibat proses-proses yang terjadi selama manufaktur.

- a. Renik (voids). Cacat ini berupa rongga-rongga kecil dalam bahan yang mungkin disebabkan oleh sejumlah mekanisme, seperti terjebaknya udara, pelepasan gas selama proses penuangan logam ke dalam cetakan atau adanya butir-butir embun yang menguap begitu bersentuhan dengan logam cair yang panas. Renik juga dapat ditimbulkan oleh akibat pengerutan antar dentritik selama pembekuan.
- b. Retak (cracks). Ini jauh lebih parah dibandingkan dengan hanya sekedar ketidaksesuaian pada batas-batas butir karena memungkinkan peresapan agen-agen penyebab korosi dalam skala makroskopis. Retak berawal sejak pencetakan. biasanya terjadi akibat tidak meratanya laju pendinginan dan timbulnya tegangan- tegangan di dalam cetakan. Retak juga dapat terjadi akibat penempaan serta tidak jarang dijumpai pada dan di dekat las-lasan.

- c. Inklusi. Inklusi adalah terjebakanya partikel-partikel bahan asing dalam padatan yang tentu saja bukan bagian dari struktur kisi logam itu sendiri. Unsur-unsur yang terlibat dalam inklusi mungkin membeku lebih cepat sehingga terperangkap sebagai partikel-partikel individu di dalam dendrit-dendrit logam ketika yang belakangan ini akhirnya membeku. Pada kasus lain, unsur-unsur asing itu mungkin membeku belakangan, yakni sesudah dendrit-dendrit logam tuannya terbentuk, dan dalam hal ini inklusi terperangkap dalam batas-batas butir.

Kita tentu saja menginginkan produk kita terbebas dari cacat-cacat volume, namun dalam produksi secara massal ini sulit dipenuhi. Karena proses yang ideal akan menaikkan ongkos produksi, maka tidak mengherankan bila cacat-cacat dalam bahan akhirnya dianggap lumrah. Cacat volume memainkan peranan yang penting dalam mekanisme korosi.

### C. Alat dan Bahan

1. Sepotong baja lunak bersih mengkilap, kira-kira 100 x 50 x 2 mm.
2. 2 buah gelas piala 250 ml.
3. Batang gelas pengaduk.
4. Asam nitrat
5. Tembaga (II) Sulfat.

### D. Prosedur Kerja

1. Dalam sebuah gelas piala larutkan 10 gram tembaga (II) sulfat ke dalam 100 ml air.
2. Tuang 100 ml asam nitrat ke dalam gelas piala ke dua.
3. Yakinkan bahwa baja spesimen betul-betul bersih dan berkilap.
4. Celupkan secara vertikal dalam gelas piala berisi tembaga (II) sulfat sampai terendam separuhnya. Biarkan selama 1 menit.
5. Angkat baja tadi perlahan-lahan dari larutan dan tunggu sampai larutan yang masih menempel kering sendiri.
6. Celupkan potongan baja yang sama secara vertikal ke dalam asam nitrat sedikit



lebih dalam dibanding ketika dicelupkan ke dalam larutan tembaga sulfat. Biarkan selama 5 detik.

7. Angkat dengan hati-hati dari larutan asam, biarkan asam yang masih menempel kering, kemudian celupkan lagi ke dalam tembaga sulfat.
8. Angkat dengan cepat dari larutan tembaga sulfat dan langsung ketuk-ketuk permukaannya dengan batang pengaduk.

#### Catatan

- a. Kualitas spesimen penting sekali dalam percobaan ini. Pencelupan pertama menjadikan baja berwarna merah jambu. Pewarnaan permukaan harus merata. Jika tidak demikian maka mutu spesimen meragukan dan percobaan mungkin tidak berhasil.
- b. Pencelupan ke dalam asam nitrat menyebabkan warna tadi menghilang.
- c. Pencelupan kedua ke dalam tembaga sulfat penting sekali. Ini harus dilakukan dengan cermat tetapi cepat, serta baik baja maupun larutan tidak boleh terganggu sama sekali. Kontak spesimen dengan gelas piala harus dihindarkan. Batas pencelupan tembaga sulfat TIDAK BOLEH lebih tinggi dari batas pencelupan asam nitrat. Jika baja berubah menjadi merah jambu atau coklat sebelum diketuk-ketuk berarti percobaan kita gagal. Coba lagi dengan spesimen baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atkin, P.W. 1997. **Physical Chemistry**. New York W.H. Freeman and Company.
- Bird, Tony. 1987. **Penuntun Praktikum Kimia Fisik Untuk Universitas**. Jakarta: PT Gramedia.
- Farrington, Daniels. 1970. **Experimental Physical Chemistry**. 7<sup>th</sup> Ed. McGraw Hill Book Company. New York.
- Levin, Ira N. 2003. **Physical Chemistry**. Fifth Edition. McGraw-Hill Higher Education.
- Mon, Irma., dkk.1991. **Kimia Fisika Teori dan Percobaan**. Padang: Jurusan Kimia FPMIPA IKIP Padang.
- Mon, Irma. dan Hardeli. 1999. **Kimia Fisika 2**. Padang: FMIPA UNP.
- Syukri, S. dan Hardeli. 2003. **Kimia Fisika**. Padang: FMIPA UNP.
- Trethewey, KR. Dan Chamberlain. 1991. **Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan**. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.