



LAPORAN HIBAH PENGAJARAN
PROYEK DUE-Like Batch III
Periode Anggaran 2004



METODE KOOPERATIF DAN PEMBERIAN TUGAS TERSTRUKTUR
DALAM UPAYA MENAMBAH PEMAHAMAN MAHASISWA PADA
KULIAH SPEKTROMETRI DAN ELEKTROMETRI

Oleh

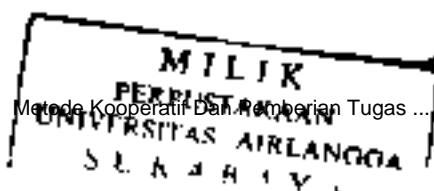
Dra. Usreg Sri Handajani, M.Si.

Drs. Yusuf Syah, M.S.

Dra. Miratul Khasanah, M.Si.

002607141

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
JANUARI, 2005



082607141

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HIBAH PENGAJARAN
PROYEK DUE-Like BATCH III
Periode Anggaran 2004**

1. Judul : Metode Kooperatif dan Pemberian Tugas Terstruktur dalam Upaya Menambah Pemahaman Mahasiswa pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri
2. Penanggung Jawab
 - a. Nama : Dra. Usreg Sri Handajani, M.Si.
 - b. NIP : 131286711
 - c. Pangkat / golongan : Penata JV-a
 - d. Jabatan : Lektor Kepala
 - e. Laboratorium : Kimia Analitik
 - f. Jurusan : Kimia FMIPA Universitas Airlangga
 - g. Bidang Keahlian : Kimia Analitik
 - h. Tugas dalam TIM : Melaksanakan perkuliahan dengan topik AAS dan ICP sesuai dengan metode yang diusulkan
3. Personalia
 - a. Nama : Drs. Yusuf Syah, MS.
Bidang Keahlian : Kimia Analitik
Tugas dalam TIM : Melaksanakan perkuliahan dengan topik Spektrofotometri UV-VIS, IR dan NMR sesuai dengan metode yang diusulkan
 - b. Nama : Dra. Miratul Khazanah, M.Si.
Bidang Keahlian : Kimia Analitik
Tugas dalam TIM : - Pembina Mata Kuliah
- Melaksanakan perkuliahan dengan topik Elektrometri sesuai dengan metode yang diusulkan
4. Deskripsi mata Kuliah
 - a. Nama mata kuliah : Spektrometri dan Elektrometri
 - b. Kode mata Kuliah : KIA301
 - c. Semester : V (lima)
 - d. Jangka waktu kegiatan : 1 (satu) semester
 - e. Biaya yang diperlukan : Rp. 10.000.000,- [sepuluh juta rupiah]

Mengelolah
Dekan:

Drs. H. A. Latief Burhan, M.S.
NIP. 131286709

Surabaya, 15 Februari 2005
Penanggung Jawab,

Dra. Usreg Sri Handajani, M.Si.
NIP. 131286711



DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan	I
Daftar Isi	ii
Judul Hibah Pengajaran	iv
Ringkasan	iv
Bab I PENDAHULUAN	1
1.1. Letar Belakang Permasalahan	1
1.2. Rumusan Permasalahan	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Metode Ceramah	5
2.2. Metode diskusi/kooperatif	6
2.3. Metode demonstrasi	9
2.4. Perpaduan Metode Ceramah dan Diskusi	10
BAB III RANCANGAN PELAKSANAAN	
3.1. Pembuatan Hand out	13
3.2. Penulisan Materi Perkuliahan	13
3.3. Pelaksanaan Perkuliahan	13
3.4. Evaluasi kegiatan	16
3.5. Pembuatan Laporan dan seminar	17
BAB IV HASIL PELAKSANAAN	
4.1. Pembuatan hand out	18
4.2. Penulisan materi Perkuliahan	18
4.3. Pelaksanaan Perkuliahan	18
4.4. Indikator Kinerja	19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. KESIMPULAN	21
5.2. SARAN	21
PUSTAKA	22
LAMPIRAN	
❖ Daftar nilai	



- ❖ Profil perolehan nilai 4 tahun terakhir
- ❖ Hasil evaluasi mahasiswa terhadap dosen
- ❖ Contoh hand out
- ❖ Contoh tampilan materi dengan power point
- ❖ Foto-foto selama diskusi kelompok



jir

kelompok dibenarkan saat untuk mengarahkan alur diskusi, dan setelah dilakukan diskusi setiap kelompok harus mengumpulkan lembar jawaban dari soal yang dibenarkan, dengan cara merangkum hasil diskusi masing-masing anggota kelompok.

Tugas terstruktur diberikan dengan tujuan untuk mengetahui intensitas belajar mandiri mahasiswa di luar jam kuliah/kelas. Selain itu tugas terstruktur juga digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman mahasiswa pada topik-topik tertentu yang memerlukan perhatian lebih.

Evaluasi perkuliahan dilakukan melalui kuis, diskusi kelompok, tugas terstruktur dan ujian akhir. Umpunan pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri dilakukan dengan mengembalikan dan membahas hasil tugas kuis serta ujian akhir. Diskusi kelompok sangat membantu mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan. Meskipun pada saat diskusi kelompok sebagian mahasiswa cenderung pasif, namun sebagian mahasiswa yang aktif menjadi narasumber bagi mahasiswa lainnya. Metode pembelajaran pada mata kuliah ini dinilai sangat berhasil terbukti dengan menurunnya perolehan nilai C, D dan E dari 12,1%, 11,4% dan 1,4% menjadi berturut-turut 2%, 0% dan 0%.

Metode diskusi memungkinkan adanya interaksi antara dosen dengan mahasiswa atau antara mahasiswa dengan mahasiswa. Hal tersebut merupakan keunggulan dari metode diskusi. Dosen dapat dengan segera menangkap persepsi dan tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi yang sedang dibahas. Metode ini juga melatih mahasiswa untuk mengungkapkan pendapatnya dan melatih mahasiswa memecahkan masalah secara berkelompok.

Kuliah Spektrometri dan Elektrometri bertujuan memberikan pemahaman tentang teori dasar dan prinsip analisis secara spektrometri yang meliputi spektrometri ultraviolet dan tampak (UV-Vis), merah infra (IR), resonansi magnetik inti (NMR), spektrometri serapan atom (SSA) dan *inductively coupled plasma* (ICP); dan elektrometri yang meliputi potensiometri, konduktometri, koulometri, voltametri dan polarografi.

Kuliah Spektrometri dan Elektrometri selama ini disajikan dengan metode ceramah dengan porsi yang tinggi, diskusi kelas dan latihan soal. Penyampaian materi dengan cara ceramah kurang efektif karena dosen menjadi dominan dan mahasiswa cenderung pasif. Oleh sebab itu perlu dilakukan perubahan metode pembelajaran yaitu metode ceramah dengan porsi lebih kecil yang diikuti dengan diskusi kelas, latihan soal, pemberian tugas baca yang diikuti dengan diskusi kelompok pada tatap muka berikutnya dan pemberian tugas terstruktur.

Pada pertemuan pertama dijelaskan tentang Garis-Garis Besar Program Perkuliahan (GBPP), kontrak perkuliahan dan rencana pelaksanaan kuliah. Kuliah diikuti oleh 50 mahasiswa dan pada saat diskusi kelompok dibagi menjadi 6 kelompok kecil dengan bentuk tempat duduk swing. Pada minggu sebelumnya diberikan soal tugas baca dengan topik dan judul literatur yang sudah disampaikan pada-kontrak perkuliahan. Nama anggota masing-masing kelompok juga sudah diinformasikan pada awal pertemuan sehingga pada saat pelaksanaan diskusi kelompok mahasiswa sudah menempai tempat yang seharusnya dan tidak menimbulkan keributan akibat perpindahan/pergeseran tempat duduk.

Ciri diskusi kelompok kecil adalah melibatkan 3-9 orang peserta, berlangsung dalam interaksi tatap muka yang informal, artinya setiap anggota dapat berkomunikasi langsung dengan anggota lainnya, mempunyai tujuan yang dicapai dengan kerja sama antar anggota lainnya, berlangsung manurut proses yang sistematis (Winataputra, 2001). Sebelum dimulai diskusi, masing-masing

kelompok diberikan soal untuk mengarahkan alur diskusi, dan setelah dilakukan diskusi setiap kelompok harus mengumpulkan lembar jawaban dari soal yang diberikan, dengan cara merangkum hasil diskusi masing-masing anggota kelompok.

Tugas terstruktur diberikan dengan tujuan untuk mengetahui intensitas belajar mandiri mahasiswa di luar jam kuliah/kelas. Selain itu tugas terstruktur juga digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman mahasiswa pada topik-topik tertentu yang memerlukan perhatian lebih.

Evaluasi perkuliahan dilakukan melalui kuis, diskusi kelompok, tugas terstruktur dan ujian akhir. Umpulan pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri dilakukan dengan mengembalikan dan membahas hasil tugas kuis serta ujian akhir. Diskusi kelompok sangat membantu mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan. Meskipun pada saat diskusi kelompok sebagian mahasiswa cenderung pasif, namun sebagian mahasiswa yang aktif menjadi narasumber bagi mahasiswa lainnya. Metode pembelajaran pada mata kuliah ini dinilai sangat berhasil terbukti dengan menurunnya perolehan nilai C, D dan E dari 12,1%, 11,4% dan 1,4% menjadi berturut-turut 2%, 0% dan 0%.



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang permasalahan

Kompetensi yang ingin dicapai tujuan instruksional dalam proses belajar mengajar ada 3 macam yaitu: kompetensi pengetahuan, kompetensi ketrampilan dan kompetensi sikap (Budiardjo, 2001). Untuk mencapai kompetensi pengetahuan dapat digunakan metode ceramah, diskusi atau tutorial. Metode praktikum biasa digunakan untuk mencapai kompetensi ketrampilan. Sedang metode simulasi merupakan metode yang tepat untuk mencapai kompetensi sikap.

Untuk mencapai tujuan instruksional yang maksimal, pemilihan metode instruksional yang tepat merupakan hal yang penting. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan metode instruksional adalah tujuan Instruksional, waktu dan fasilitas, pengetahuan awal mahasiswa, jumlah mahasiswa, jenis mata kuliah serta pengalaman dosen(Budiardjo, 2001). Faktor yang kurang mendapat pertimbangan dalam pemilihan metode instruksional adalah faktor suasana belajar yang mempengaruhi apresiasi dan motivasi belajar mahasiswa. Oleh sebab itu mengembangkan metode pembelajaran yang berorientasi pada terciptanya suasana belajar yang tidak kaku sangatlah dibutuhkan.

Berbagai metode instruksional telah dikenal dalam proses belajar mengajar. Metode instruksional yang paling banyak digunakan adalah metode ceramah/model pengajaran langsung. Keunggulan metode ini adalah informasi dapat disampaikan dengan cepat, dan informasi yang disampaikan dapat dalam jumlah banyak dengan waktu singkat pada sejumlah besar pendengar. Akan tetapi metode ini hanya memungkinkan adanya komunikasi satu arah dan tidak dapat mengakomodasi pendengar yang heterogen. Disamping itu pengajaran tidak terpusat pada mahasiswa tapi berpusat pada dosen (Budiardjo, 2001). Pada perkuliahan yang menggunakan metode ini biasanya mahasiswa akan cepat menjadi bosan, terutama bila jumlah mahasiswa dalam kelas terlalu besar, materi perkuliahan cukup berat dan dosen tidak terampil berkomunikasi.

Peserta didik dalam dunia Perguruan Tinggi adalah manusia dewasa, sehingga pendidikan yang dibenarkan harus mempunyai pendekatan, ruang lingkup, tujuan maupun strategi yang berbeda dengan pendidikan untuk anak-anak. Di dalam proses pendidikannya, orang dewasa lebih menyukai belajar dalam kondisi

bebas, tidak begitu menyukai hafalan, lebih mengutamakan pemecahan masalah, dan hal-hal praktis (Pannen, 1997). Oleh sebab itu diperlukan proses belajar mengajar yang luwes, dengan menggunakan strategi yang menarik dan tidak monoton.

Dalam kegiatan PBM, komunikasi antar pribadi merupakan hal yang harus muncul setiap saat. Komunikasi jenis ini dapat terjadi antara dosen dengan mahasiswa, mahasiswa dengan mahasiswa yang lain. Keefektifan komunikasi tersebut sangat bergantung pada kedua belah pihak yang berkomunikasi. Namun, karena dosen yang memegang kendali kelas, maka tanggung jawab terjadinya komunikasi antar pribadi yang sehat dan efektif terletak pada tangan dosen. Keberhasilan dosen mengemban tanggung jawab tersebut sangat bergantung dari ketrampilan dosen di dalam melakukan komunikasi ini (Wardani, 2001).

Penyampaian materi pada kuliah Spektrometri dan Elektrometri biasanya dilakukan dengan metode pembelajaran langsung dan diskusi kelas. Metode ini kurang efektif karena peserta mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri (dengan nama lama Kimia Instrumentasi) biasanya berkisar antara 60 – 70 orang. Hal ini berarti satu setengah kali atau lebih dari jumlah mahasiswa Jurusan Kimia untuk tiap-tiap angkatan. Banyaknya peserta kuliah ini disebabkan oleh mahasiswa angkatan sebelumnya yang mengulang karena memperoleh nilai C atau D.

Salah satu cara untuk meningkatkan minat dan apresiasi mahasiswa terhadap suatu mata kuliah adalah membuat suasana perkuliahan menjadi menarik dan tidak membosankan. Salah satu metode untuk menciptakan suasana menarik dan komunikasi dapat berlangsung dua arah. Hal ini dapat dicapai dengan mengadakan suatu pembelajaran dengan metode diskusi. Dengan metode diskusi dosen dapat dengan segera menangkap persepsi dan tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi yang sedang dibahas.

Metode diskusi dibagi menjadi dua bagian yaitu diskusi kelas yaitu terjadi interaksi antara dosen dengan mahasiswa dan diskusi kelompok/kooperatif yang memungkinkan interaksi antara dosen dengan mahasiswa maupun antar mahasiswa. Pada metode diskusi kelompok mahasiswa dilatih untuk mengungkapkan pendapatnya dan memecahkan masalah secara berkelompok.

Model pembelajaran kooperatif tumbuh dari suatu tradisi pendidikan yang menekankan berfikir dan latihan bertindak demokratis, pembelajaran aktif, perilaku

kooperatif, dan menghormati perbedaan(Ibrahim, 2000). Melaksanakan pembelajaran kooperatif mengubah peran dosen dari peran yang memusat pada dosen ke peran pengelolaan aktivitas kelompok kecil.

Komposisi kelompok mahasiswa memiliki kemungkinan tidak terbatas. Dosen harus mengetahui dengan pasti tujuan akademik dan mengumpulkan informasi tentang kemampuan mahasiswa, sehingga bila diperlukan kelompok dengan kemampuan heterogen mereka memiliki informasi yang dibutuhkan. Pembelajaran kooperatif menyita banyak waktu daripada model pembelajaran lain karena ketergantungannya pada interaksi kelompok kecil. Pembelajaran model ini juga membutuhkan perhatian khusus dalam penggunaan ruangan kelas.

Ada dua macam pengaturan tempat duduk pada pembelajaran dengan metode kooperatif yaitu model *cluster* dan *swing*. Model *cluster* dibuat dengan cara memindahkan kursi mahasiswa sehingga dimungkinkan presentasi langsung sehingga seluruh mahasiswa akan menghadap ke arah dosen. Jika tidak direncanakan dengan baik maka peralihan kursi ini akan menyebabkan keributan dan masalah pengelolaan kelas.

Pada kuliah Spektrometri dan Elektrometri metode kooperatif dilakukan melalui pengaturan tempat duduk model *swing*. Pengaturan tempat duduk model ini dilakukan sedemikian rupa sehingga memungkinkan mahasiswa mudah untuk *swing*(mengubah) dari pengajaran langsung menjadi model pembelajaran kooperatif dan sebaliknya. Dengan model ini juga dimungkinkan kontak mata dosen dengan seluruh mahasiswa selama diskusi dan ruangan kelas kelihatan longgar.

1.2. RUMUSAN PERMASALAHAN

Dan latar belakang permasalahan di atas maka dinumuskan permasalahan sebagai berikut: Apakah metode kooperatif dan pemberian tugas terstruktur secara intensif merupakan metode yang tepat untuk menambah pemahaman mahasiswa pada mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri?

1.3. TUJUAN

Tujuan dari penerapan metode pengajaran yang diusulkan adalah untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri

1.4. MANFAAT

Metode diskusi kelompok dan pemberian tugas terstruktur secara intensif diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa pada kuliah Spektrometri dan Elektrometri. Dengan semakin pahamnya mahasiswa pada materi kuliah Spektrometri dan Elektrometri akan berdampak pada pengurangan nilai C dan D.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Peserta didik dalam dunia Perguruan Tinggi adalah manusia dewasa, sehingga pendidikan yang diberikan harus mempunyai pendekatan, ruang lingkup, tujuan maupun strategi yang berbeda dengan pendidikan untuk anak-anak. Di dalam proses pendidikannya, orang dewasa lebih menyukai belajar dalam kondisi bebas, tidak begitu menyukai hafalan, lebih mengutamakan pemecahan masalah, dan hal-hal praktis (Pannen, 1997). Oleh sebab itu diperlukan proses belajar mengajar yang luwes, dengan menggunakan strategi yang menarik dan tidak monoton.

Metode instruksional adalah cara menyajikan materi perkuliahan kepada mahasiswa untuk mencapai tujuan instruksional tertentu (Atwi, 1993 dalam Budiardjo, 2001). Terdapat berbagai macam metode instruksional yang biasa dipakai oleh pengajar dalam proses belajar mengajar di Perguruan Tinggi, seperti metode ceramah, diskusi, tutorial, dan lain-lain. Pemilihan metode yang digunakan dalam proses belajar mengajar akan sangat ditentukan oleh tujuan instruksional.

2.1. Metode Ceramah

Untuk mencapai tujuan instruksional yang maksimal, pemilihan metode instruksional yang tepat merupakan hal yang penting. Berbagai metode instruksional telah dikenal dalam proses belajar mengajar. Metode instruksional yang paling banyak digunakan adalah metode ceramah/model pengajaran langsung. Keunggulan metode ini adalah informasi dapat disampaikan dengan cepat, dan informasi yang disampaikan dapat dalam jumlah banyak dengan waktu singkat pada sejumlah besar pendengar. Akan tetapi metode ini hanya memungkinkan adanya komunikasi satu arah dan tidak dapat mengakomodasi pendengar yang heterogen. Disamping itu pengajaran tidak terpusat pada mahasiswa tapi berpusat pada dosen (Budiardjo, 2001). Pada perkuliahan yang menggunakan metode ini biasanya mahasiswa akan cepat menjadi bosan, terutama bila jumlah mahasiswa dalam kelas terlalu besar, materi perkuliahan cukup berat dan dosen tidak terampil berkomunikasi.

2.2. Metode kooperatif (diskusi kelompok)

Kegiatan belajar yang berupa kuliah/ceramah saja tidak menarik bagi mahasiswa, mereka lebih menyukai terlibat dalam interaksi intelektual dengan teman-temannya seperti dalam diskusi kelompok, latihan-latihan pemecahan masalah yang praktis, observasi dan penggunaan multi media dalam pengajaran.

Salah satu cara untuk meningkatkan minat dan apresiasi mahasiswa terhadap suatu mata kuliah adalah membuat suasana perkuliahan menjadi menarik dan tidak membosankan. Salah satu metode untuk menciptakan suasana menarik dan komunikasi dapat berlangsung dua arah. Hal ini dapat dicapai dengan mengadakan suatu pembelajaran dengan metode kooperatif (diskusi kelompok). Dengan metode kooperatif dosen dapat dengan segera menangkap persepsi dan tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi yang sedang dibahas.

Metode kooperatif/diskusi dibagi menjadi dua bagian yaitu diskusi kelas yaitu terjadi interaksi antara dosen dengan mahasiswa dan diskusi kelompok/kooperatif yang memungkinkan interaksi antara dosen dengan mahasiswa maupun antar mahasiswa. Pada metode kooperatif mahasiswa dilatih untuk mengungkapkan pendapatnya dan memecahkan masalah secara berkelompok.

Model pembelajaran kooperatif tumbuh dari suatu tradisi pendidikan yang menekankan berpikir dan latihan bertindak demokratis, pembelajaran aktif, perilaku kooperatif, dan menghormati perbedaan(Ibrahim, 2000). Melaksanakan pembelajaran kooperatif mengubah peran dosen dari peran yang memusat pada dosen ke peran pengelolaan aktivitas kelompok kecil.

Dalam proses belajar mengajar orang dewasa, fungsi dosen berubah. Dosen bukan lagi sebagai guru yang menyampaikan ilmu pengetahuan, melainkan mengorganisasikan pengalaman dari kehidupan sebenarnya menjadi suatu pengalaman baru yang berarti bagi mahasiswa. Setiap mahasiswa mengikuti aktivitas belajar dengan berbagai macam pengalaman yang berbeda-beda. Apabila pengalaman itu relevan dengan pengetahuan yang baru, maka mahasiswa cenderung akan mengaitkan pengalaman mereka dengan pengetahuan baru. Bila kecenderungan ini diaktifkan maka pengetahuan baru itu akan mempunyai makna. Metode diskusi adalah salah satu contoh metode yang mampu mengaktifkan proses berpikir mahasiswa dengan menghubungkan pengalaman lama mereka dan pengetahuan yang baru diajarkan.

Pengalaman baru tersebut melibatkan dosen maupun mahasiswa, sehingga dosen harus terampil untuk:

a. memulai diskusi

diskusi yang baik dimulai dari pertanyaan-pertanyaan yang memancing dan dapat melibatkan semua siswa

b. menyediakan informasi acuan

diskusi yang baik tidak mungkin dimulai tanpa informasi yang cukup. Dosen hendaknya mampu menyediakan informasi yang dibutuhkan seperti berapa banyak dan kapan informasi tersebut agar diskusi tidak menjadi macet

c. meningkatkan partisipasi

usahaakan agar kesempatan berpendapat tidak didominasi oleh satu atau dua orang tertentu. Partisipasi dapat ditigkatkan dengan caradosen memberikan giliran bicara kepada semua peserta diskusi.

d. Menentukan criteria dan rambu-rambu

Kriteria dan rambu-rambu yang jelas akan mengarahkan proses instruksional. Aktivitas seperti diskusi menjadi tujuan, criteria, dan hasil yang diharapkan

e. Mengetahui perbedaan

Perbedaan persepsi dapat menumbuhkan diskusi yang baik, namun perbedaan yang berlarut-larut dapat menyebabkan diskusi tidak mencapai tujuannya. Peran dosen sangat penting untuk menengahi perbedaan tersebut secara obyektif

f. Mengkoordinasi dan menganalisis informasi

Koordinasi ,nalis dan hubungan yang jelas antara informasi-informasi yang diberikan oleh mahasiswa adalah kunci untuk mempertahankan kelangsungan diskusi yang baik. Dosen perlu menuntun mahasiswa untuk dapat mengkoordinasi dan menganalisis informasi yang diperoleh selama diskusi

g. Memberi ringkasan atau rangkuman

Peserta diskusi belum tentu mengerti akan apa yang diperoleh dari diskusi yang dilakukan. Dosen diharapkan mengulang dan menjelaskan kembali hasil tersebut dengan ringkas dan tepat (Pannen, 1997)

Di dalam diskusi kelompok sering terjadi mahasiswa tidak dapat memecahkan masalah yang diberikan atau tidak dapat menghasilkan masalah yang diberikan atau tidak dapat menghasilkan suatu produk yang ditargetkan. Kegagalan seperti ini sering membuat mahasiswa dan dosen frustasi. Untuk mencegah hal ini, dosen perlu lebih dahulu mempelajari pengetahuan awal dan pengalaman yang telah dimiliki mahasiswa. Hal ini dapat dilakukan selain melalui tes tertulis dapat juga melalui tanya jawab antara dosen dan mahasiswa diawal pelajaran.

Dengan mengetahui pengetahuan awal dan pengalaman mahasiswa dapat ditentukan metode belajar mengajar yang akan digunakan.

Metode kooperatif adalah salah satu metode yang sangat membutuhkan penguasaan pengetahuan awal dari mahasiswa. Jika mahasiswa tidak menguasai konsep/prinsip atau belum mempunyai pengalaman, maka kemungkinan besar mereka belum dapat menganalisa atau mengevaluasi suatu kasus dalam diskusi kelompok. Pengetahuan awal dapat berasal dari pokok bahasan matakuliah yang sama atau dari matakuliah lain (interdisipliner).

Peran dosen dalam diskusi kelompok

Metode diskusi kelompok merupakan interaksi antara mahasiswa dan mahasiswa, atau mahasiswa dan pengajar untuk menganalisis, menggali, atau memperdebatkan topik atau permasalahan tertentu.

Untuk menggunakan metode ini pengajar harus :

- a. Menyediakan bahan, topik atau masalah yang akan didiskusikan.
- b. Menyebutkan pokok-pokok masalah yang akan dibahas atau memberikan studi khusus kepada mahasiswa sebelum menyelenggarakan diskusi.
- c. Menugaskan mahasiswa untuk menjelaskan, menganalisis, dan meringkas.
- d. Membimbing diskusi, tidak memberi ceramah.
- e. Sabar terhadap kelompok yang lambat dalam mendiskusikannya.
- f. Awas kepada kelompok yang tampak kebingungan atau berjalan dengan tidak menentu.

Komposisi kelompok mahasiswa memiliki kemungkinan tidak terbatas. Dosen harus mengetahui dengan pasti tujuan akademik dan mengumpulkan informasi tentang kemampuan mahasiswa, sehingga bila diperlukan kelompok dengan

kemampuan heterogen mereka memiliki informasi yang dibutuhkan. Pembelajaran kooperatif menyita banyak waktu daripada model pembelajaran lain karena ketergantungannya pada interaksi kelompok kecil. Pembelajaran model ini juga membutuhkan perhatian khusus dalam penggunaan ruangan kelas (Ibrahim, dkk, 2000).

Ada dua macam pengaturan tempat duduk pada pembelajaran kooperatif yaitu model *cluster* dan *swing*. Model *cluster* dibuat dengan cara memindahkan kursi mahasiswa sehingga dimungkinkan presentasi langsung sehingga seluruh mahasiswa akan menghadap ke arah dosen. Jika tidak direncanakan dengan baik maka peralihan kursi ini akan menyebabkan keributan dan masalah pengelolaan kelas. Pengaturan tempat duduk dengan metode *swing* dilakukan sedemikian rupa sehingga memungkinkan mahasiswa mudah untuk *swing*(mengubah) dari pengajaran langsung menjadi model pembelajaran kooperatif. Dengan model ini dimungkinkan kontak mata antara dosen dengan seluruh mahasiswa selama diskusi dan ruangan kelas kelihatan longgar.

2.3. Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi digunakan untuk memperihatikan/memperagakan sesuatu agar materi lebih mudah dipahami karena mahasiswa dapat langsung mengamati obyek yang disedang dijelaskan/dibahas. Metode demonstrasi dapat mengurangi waktlu yang biasa dipakai dosen untuk menerangkan menjadi memperihatikan sesuatu kepada mahasiswa. Keuntungan metode demonstrasi, disamping informasi menjadi bermakna dan cepat dimengerti, juga mengurangi kesalahpahaman mahasiswa terhadap konsep atau prosedur yang baru diajarkan. Metode ceramah yang dikombinasikan dengan metode demonstrasi cocok untuk mengajarkan keterampilan. Untuk kelancaran pemakaian metode demonstrasi, tahap-tahap atau prosedur aktivitas yang akan didemonstrasikan disajikan secara tertulis sehingga mahasiswa dapat memfokuskan perhatian pada demonstrasi yang disajikan. Disamping itu, pelaksana demonstrasi juga harus memiliki kesiapan dan keterampilan dalam mendemonstrasikan materi. Hal ini untuk menghindari kebingungan dan kesalahpahaman mahasiswa terhadap konsep yang dipelajari (Budiardjo, 2001).

2.4. Perpaduan metode ceramah dan diskusi

Metode diskusi memungkinkan adanya interaksi antara dosen dengan mahasiswa atau mahasiswa dengan mahasiswa. Di sinilah letak keunggulan metode disuksi yang tidak dimiliki metode ceramah. Di samping itu, melalui metode diskusi dosen dapat membaca pikiran mahasiswa tentang konsep yang baru dipelajarinya, seperti menilai pemahaman mereka, apakah mereka seles mengerti atau bias terhadap konsep baru tersebut. Demikian pula reaksi/emosi mereka terhadap konsep tersebut dapat diamati untuk melihat kesiapan mereka menerima inovasi/konsep-konsep baru.

Namun, karena metode diskusi baru dapat berjalan dengan baik bila mahasiswa telah memiliki pengalaman atau konsep dasar tentang masalah yang akan didiskusikan, makna metode ceramah dapat dimanfaatkan untuk menerangkan teori/konsep sebelum diskusi dilaksanakan (Budiardjo, 2001).

2.5. Tugas terstruktur

Tugas dapat membuat proses belajar mengajar (PBM) menjadi lebih menyenangkan, efektif, dan efisien bagi mahasiswa. Tugas juga memberi kesempatan kepada siswa untuk mengaplikasikan, menganalisis bahkan mengevaluasi informasi baru yang diterimanya. Tugas juga dapat melatih mahasiswa berpikir kreatif dan menciptakan PBM yang berpusat pada mahasiswa. Aktivitas di dalam PBM dapat dibagi 2 yaitu aktivitas dosen dalam mentransfer ilmu pengetahuan kepada mahasiswa dan aktivitas belajar mahasiswa.

Apabila dalam PBM aktivitas dosen lebih tinggi dibandingkan aktivitas belajar mahasiswa maka PBM berpusat pada dosen. Dalam metode ceramah misalnya, peran dosen aktif sedang mahasiswa pasif karena mahasiswa tidak diberi kesempatan untuk berlatih, mengembangkan atau berdiskusi tentang apa yang baru diajarkan. Untuk menciptakan aktivitas bagi mahasiswa sehingga PBM berpusat pada mahasiswa, dilakukan pemberian tugas

Dalam kaitannya dengan pemberian tugas, dosen berperan sebagai perencana, fasilitator dan evaluator.

a. Dosen sebagai perencana

Dosen sebagai perencana, menentukan jenis tugas yang harus dikenjekan mahasiswa. Untuk dapat menentukan tugas apa yang tepat, dosen

memerlukan suatu pedoman. Salah satu pedoman yang penting adalah tujuan instruksional. Tujuan instruksional ini dapat mengarahkan dosen dalam memilih jenis aktivitas tugas bagi mahasiswa.

Hal yang perlu diperhatikan dalam memberi tugas adalah:

◆ **sistematika tugas**

Analisis tugas sangat penting dilakukan sehingga setiap tugas yang diberikan telah memiliki dasar ketrampilan awal yang dibutuhkan mahasiswa untuk menyelesaikan tugas.

◆ **relevansi tugas**

makin relevan tugas yang diberikan dosen dengan kebutuhan mahasiswa, makin tinggi minat dan keingintahuan mahasiswa terhadap pelajaran yang diajarkan. Tugas yang berorientasi pada pemecahan masalah di tempat kerja, yang dibawa ke ruang kuliah, adalah salah satu contoh tugas yang relevan dengan kebutuhan mahasiswa. Namun tugas dianggap relevan bila sesuai dengan pengalaman, pengalaman dan daya imajinsi mahasiswa.

◆ **Waktu untuk menyelesaikan tugas**

Dalam menentukan jumlah waktu untuk menyelesaikan tugas, dosen perlu mempertimbangkan kesukaran dan kemudahan tugas serta fasilitas yang dibutuhkan mahasiswa untuk menyelesaikan tugas. Di samping itu kecepatan untuk menyelesaikan tugas berbeda untuk masing-masing individu sehingga diperlukan fleksibilitas waktu bagi mahasiswa untuk menyelesaikan tugas. Melalui konsultasi, dosen dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi mahasiswa sehingga dapat memprediksi waktu yang dibutuhkan mahasiswa dalam menyelesaikan tugas.

b. Dosen sebagai fasilitator

Sebagai fasilitator, dosen adalah penyedia sarana yang dapat mengilhami mahasiswa berpikir aktif dan kreatif.

Pada masa sekarang ini, perpustakaan adalah mitra dosen dalam memperkaya wawasan pengetahuan mahasiswa. Dengan menjadikan perpustakaan sebagai fasilitas belajar, dosen mengarahkan mahasiswa untuk belajar, tidak saja dengan cara membaca untuk mendapatkan informasi baru tapi juga belajar menganalisis, membandingkan, membuat analogi, menyimpulkan, mensintesis atau

mengevaluasi konsep. Dengan demikian dosen telah membantu mahasiswa untuk belajar aktif dan kreatif

c. Dosen sebagai evaluator

Dalam menilai hasil tugas yang dibuat mahasiswa, seringkali dosen terlalu cepat menyalahkan tugas yang dibuat mahasiswa tanpa berusaha untuk menginterpretasikan kesalahan tersebut secara lebih luas. Dosen dapat melihat berapa banyak bantuan dan jenis bantuan apa yang masih diperlukan. Mahasiswa yang telah menyelesaikan tugas biasanya ingin mengetahui sejauh mana tugas-tugas tersebut telah mencapai standar atau tujuan yang ditetapkan, sehingga perlu diadakan umpan balik (feed back). Umpan balik informatif menghubungkan hasil yang telah dicapai mahasiswa dengan tujuan sehingga dosen mengetahui kesenjangan yang ada. Diperlukan informasi tindak lanjut dan saran erbaikan yang berguna bagi mahasiswa dalam memperbaiki kesalahan yang telah dibuat. Mahasiswa juga perlu diberi pujian atau penghargaan terhadap tugas yang telah diselesaiannya, supaya mahasiswa senang dan mengulangi upayanya yang baik tersebut (Budiardjo, 2001).



BAB III

RANCANGAN PELAKSANAAN

3.1. Pembuatan Hand Out

Materi kuliah Spektrometri dan Elektrometri terdiri dari Spektrometri yang meliputi Kolorimetri, spektrofotometri UV-Vis, AAS, IR, NMR, dan ICP; Elektrometri meliputi dasar-dasar elektrometri, pH, potensiometri, kokometri, amperometri, konduktometri, polarografi dan voltametri

Dari beberapa topik tersebut disediakan materi tertulis berupa *hand out* yang diberikan kepada mahasiswa untuk membantu pemahaman mahasiswa dalam belajar. Materi tersebut meliputi spektrofotometri UV-Vis, AAS, ICP, IR, NMR, dasar-dasar elektrometri, potensiometri dan polarografi. *Hand out* ditulis oleh dosen yang bertugas memberikan materi tersebut ataupun oleh penulis lain.

3.2. Penulisan Materi Perkuliahan

Media pembelajaran pada mata kuliah ini diantaranya adalah *white board*, OHP, komputer dan LCD projector. Materi perkuliahan yang disampaikan dalam bentuk ceramah akan lebih mudah diserap oleh mahasiswa apabila dibantu dengan media pembelajaran. Pada mata kuliah ini digunakan media berupa Overhead Transparencies (OHT). Media tersebut dianggap masih cukup bagus dengan biaya yang murah. Materi ditulis pada plastik transparansi atau diketik dalam format MS Word dan dicetak di kertas HVS kemudian dicopy ke dalam plastik transparansi dengan tinta hitam. Selain itu, beberapa materi disajikan dalam format Power Point dengan tulisan ataupun gambar yang berwarna-warni dan ditayangkan dalam kelas menggunakan komputer beserta LCD projector agar lebih menarik.

3.3. Pelaksanaan Perkuliahan

Menurut kurikulum Jurusan Kimia 2001-2005 mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri merupakan mata kuliah wajib untuk mahasiswa Jurusan Kimia dengan prasyarat telah mengambil mata kuliah Cara-cara Pemisahan. Beban untuk mata kuliah ini adalah 3 sks. Pada kurikulum sebelumnya mata kuliah ini

bernama Kimia Instrumentasi, kemudian menurut kurikulum baru mata kuliah Kimia Instrumentasi dipecah menjadi Cara-cara Pemisahan (2 sks) dan Spektrometri dan Elektrometri (3 sks).

Pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri tahun akademik 2004/2005 digunakan metode pembelajaran sebagai berikut.

1. Ceramah

Mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri tahun akademik 2004/2005 diikuti oleh 50 orang mahasiswa. Dalam satu semester dilaksanakan sebanyak 21 kali tatap muka. Waktu yang diberikan untuk setiap kali tatap muka adalah 2 jam pelajaran (2×50 menit). Pada awal perkuliahan dijelaskan tentang Garis-Garis Besar Program Pengajaran (GBPP), Kontrak Perkuliahan, tata cara diskusi dan sistem penilaian. Kuliah dilaksanakan dengan menggunakan media OHT dan LCD. Untuk membantu pemahaman mahasiswa terhadap materi perkuliahan diberikan handout dalam bentuk foto copy atau dapat diakses dalam jaringan internal pada [ICElab.di Jurusan Kimia](#).

2. Tugas baca dan diskusi

Diskusi terdiri dari 2 macam, yaitu diskusi kelas dan diskusi kelompok. Diskusi kelas dilakukan hampir di setiap tatap muka sesudah dilakukan ceramah oleh dosen pembina. Diskusi kelompok/metoda kooperatif dilakukan sebanyak 3 kali dan dilakukan selama ± 50 menit pada awal tatap muka. Sebelum dilakukan diskusi kelompok, pada akhir tatap muka sebelumnya diberikan tugas baca dengan topik tertentu yang akan didiskusikan. Dosen menentukan topik yang harus dibaca dan untuk kemudian dilakukan diskusi (sesuai rencana perkuliahan pada Kontrak Perkuliahan). Mahasiswa dibagi menjadi 6 kelompok kecil, dan setiap dosen membimbing 2 kelompok. Sebelum dilakukan diskusi, masing-masing kelompok diberikan beberapa soal yang sama untuk mengarahkan alur diskusi. Setelah selesai diskusi, setiap kelompok harus menuliskan jawaban atas permasalahan yang didiskusikan dengan cara merangkum hasil diskusi.

3. Latihan soal

Pada materi tertentu, terutama yang menyangkut hitungan kimia, diberikan contoh soal dan latihan soal. Mahasiswa diberi soal dan diberikan kesempatan

± 10 menit untuk menyelesaikan di dalam kelas. Setelah itu ditunjuk seorang mahasiswa untuk mengerjakan di depan kelas/white board dan hasilnya dibahas bersama antara dosen dengan mahasiswa.

4. Tugas terstruktur

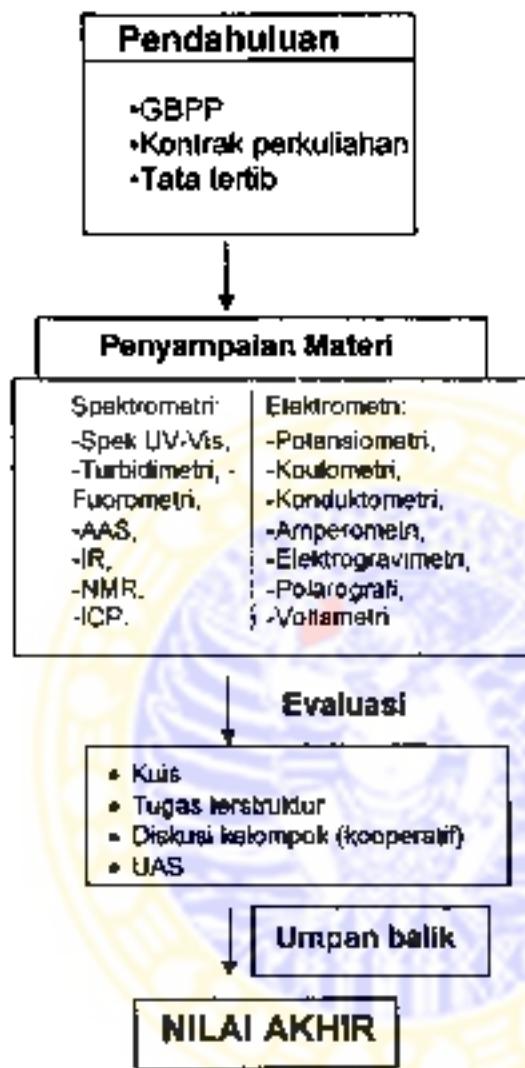
Tugas terstruktur diberikan sebanyak 3 kali. Masing-masing dosen mempunyai kesempatan memberikan tugas terstruktur satu kali dengan topik yang sudah ditentukan oleh dosen pembina masing-masing. Pada awal tatap muka berikutnya dilakukan pembahasan untuk penyelesaian soal tugas terstruktur.

5. Evaluasi dan umpan balik

Pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri dilakukan empat macam evaluasi yaitu tugas terstruktur, penilaian pada saat diskusi kelompok, kuis, dan ujian akhir semester. Tugas terstruktur memberikan kontribusi nilai 15% dari total nilai akhir Mata kuliah ini dikelompokkan menjadi 3 topik besar, dan dibina oleh 3 orang dosen dengan masing-masing dosen menyampaikan satu topik besar. Setelah penyampaian satu topik besar dilakukan evaluasi berupa kuis. Masing-masing kuis diberikan bobot 10%, dengan demikian kuis memberikan kontribusi nilai sebesar 30%. Sedangkan diskusi kelompok memberikan kontribusi nilai sebanyak 30%. Evaluasi terhadap diskusi juga ditujukan untuk mengelajui keberhasilan tugas baca yang diberikan. Di akhir perkuliahan diadakan ujian akhir semester dengan materi keseluruhan dan bobot nilai sebesar 25% dari total nilai akhir.

- Untuk mengetahui sejauh mana bahan yang telah dijelaskan dapat dimengerti oleh mahasiswa, maka dosen perlu mengadakan umpan balik. Umpan balik dimaksudkan untuk mencari informasi sampai di mana mahasiswa mengerti bahan yang telah dibahas. Selain itu mahasiswa juga diberi kesempatan untuk memeriksa diri sampai di mana mahasiswa mengerti bahan tersebut, sehingga dapat melengkapi kekurangan-kekurangannya (Ad Rooijakkers, 1988). Umpan balik pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri dilakukan dengan membahas dan mengembalikan hasil tugas terstruktur, kuis dan ujian akhir.

Skema metode pengajaran pada kuliah Spektrometri dan Elektrometri adalah sebagai berikut.



3.4. Evaluasi Kegiatan

Suatu pembelajaran dikatakan mencapai tujuan yang efektif dan efisien apabila mempunyai indikator kinerja. Indikator kinerja pada mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri adalah meningkatnya pemahaman mahasiswa pada materi kuliah dan berdampak pada turunnya perolehan nilai C, D dan E. Karena metode pembelajaran lebih banyak dalam bentuk diskusi kelompok maka jumlah hand out yang dibuat oleh dosen menjadi lebih banyak

3.6. Pembuatan laporan dan seminar

Di akhir pelaksanaan kegiatan ini dibuat laporan akhir dan diseminarkan hasilnya pada forum rapat/pertemuan staf pengajar Jurusan Kimia FMIPA Unair untuk melakukan evaluasi keberhasilan. Diharapkan metode yang dirancang ini dimungkinkan untuk dimanfaatkan oleh mata kuliah lain.



BAB IV

HASIL PELAKSANAAN

4.1. Pembuatan hand out

Materi kuliah Spektrometri dan Elektrometri terdiri dari Spektrometri yang meliputi Kolorimetri, spektrofotometri UV-Vis, AAS, IR, NMR, dan ICP, Elektrometri meliputi dasar-dasar elektrometri, pH, potensometri, kolometri, amperometri, konduktometri, polarografi dan voltametri.

Dan beberapa topik tersebut disediakan materi tertulis berupa *hand out* yang diberikan kepada mahasiswa untuk membantu pemahaman mahasiswa dalam belajar. Materi tersebut meliputi spektrofotometri UV-Vis, AAS, ICP, IR, NMR, dasar-dasar elektrometri, dan polarografi. Hand out ditulis oleh dosen yang bertugas memberikan materi tersebut ataupun penulis lain.

Hand out digandakan dan dibagikan kepada mahasiswa tiap topik pada tatap muka sebelum dilakukan perkuliahan di dalam kelas, sehingga mahasiswa diberi kesempatan membaca materi terlebih dahulu sebelum perkuliahan. Contoh *hand out* dapat dilihat pada lampiran.

4.2. Penulisan materi perkuliahan

Media pembelajaran pada mata kuliah ini diantaranya adalah white board, OHP, komputer dan LCD proyektor. Materi perkuliahan yang disampaikan dalam bentuk ceramah akan lebih mudah diserap oleh mahasiswa apabila dibantu dengan media pembelajaran. Pada mata kuliah ini digunakan media berupa OHT. Media tersebut dianggap masih cukup bagus dengan biaya yang murah. Materi ditulis pada plastik transparansi atau diketik dalam format MS Word dan dicetak di kertas HVS kemudian dicopy ke dalam plastik transparansi dengan tinta warna hitam. Selain itu, beberapa materi disajikan dalam format Power Point dengan tulisan ataupun gambar yang berwarna-warni dan ditayangkan dalam kelas menggunakan komputer beserta LCD proyektor agar lebih menarik.

4.3. Pelaksanaan Perkuliahan

Perkuliahan dilakukan sebanyak 21 kali tatap muka masing-masing selama 2x50 menit. Sebagian besar mahasiswa belum membaca *hand out* yang telah diberikan sebelumnya sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menjelaskan materi

tidak dapat direduksi dan waktu yang digunakan untuk latihan soal tetap saja kurang. Mahasiswa juga kurang aktif pada saat dilakukan diskusi. Diskusi kelompok dilakukan tiga dua kali. Sebelum dilakukan diskusi kelompok, mahasiswa diberi tugas membaca materi dengan topik yang akan didiskusikan dan hand out maupun literatur berbahasa Inggris. Dari hasil pengamatan beberapa anggota kelompok cenderung pasif dan masih sibuk membaca hand out meskipun pada latihan muka sebelumnya sudah diberikan tugas baca. Beberapa mahasiswa lainnya yang aktif cenderung bertindak sebagai nara sumber. Dosen mengarahkan dan membagi kesempatan berbicara kepada mahasiswa yang pasif.

Pengaturan tempat duduk model swing dipatuhi oleh para anggota kelompok pada awal diskusi, namun karena beberapa mahasiswa begitu antusias melaksanakan diskusi sehingga tanpa disadari mereka menggeser tempat duduk mereka ke arah malingkar. Hal ini menyebabkan sesudah pelaksanaan diskusi dibutuhkan waktu yang lebih banyak untuk mengembalikan posisi tempat duduk ke model perkuliahan kelas.

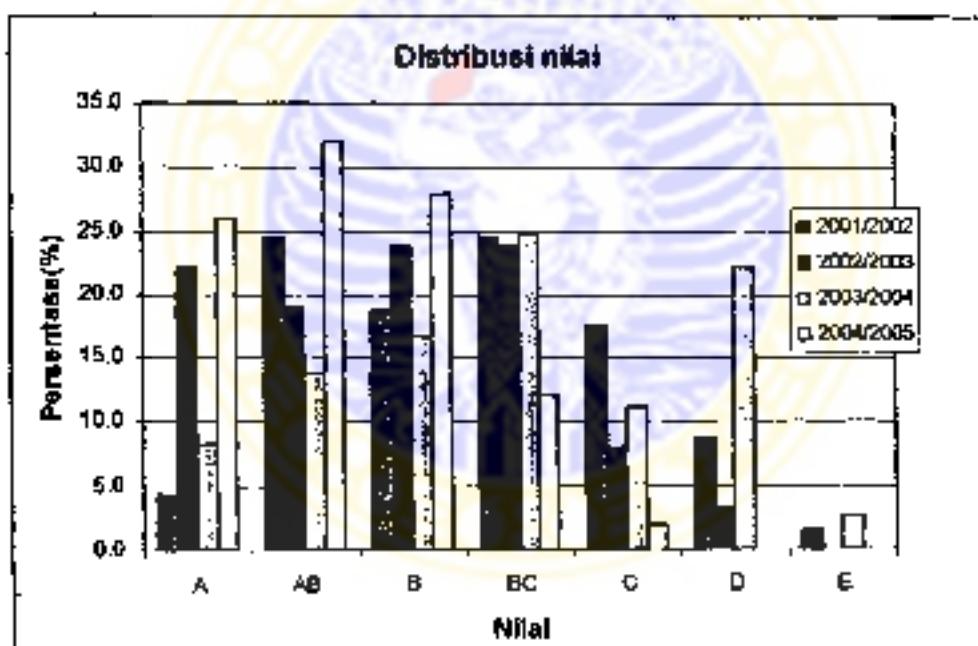
Selain diskusi kelompok, mahasiswa diberi tugas terstruktur untuk mengerjakan soal dari literatur berbahasa Inggris dan wajib mengumpulkan hasilnya. Selama pelaksanaan perkuliahan dibenarkan tiga kali tugas terstruktur dan hasilnya sudah dibahas di kelas oleh dosen yang memberikan tugas tersebut. Evaluasi lain yang dilakukan berupa pemberian tiga kali kuis yang dilaksanakan di setiap akhir pemberian satu topik besar dan ujian akhir dilakukan di akhir perkuliahan dengan materi ujian keseluruhan dari materi yang telah diberikan.

4.4. INDIKATOR KINERJA

Indikator kinerja pada Kuliah Spektrometri dan Elektrometri yaitu meningkatnya pemahaman mahasiswa pada materi kuliah dan berdampak pada turunnya perolehan nilai C, D dan E. Perolehan nilai C, D dan E pada mata kuliah ini menurun dari 12,1%, 11,4% dan 1,4% menjadi berturut-turut 2%, 0% dan 0%. Hasil ini lebih baik dan perkiraan yaitu perolehan nilai C 5%. Nilai, diskusi kelompok, tugas terstruktur, kuis dan ujian akhir (UAS) dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan profil perolehan/distribusi nilai sebelum dan sesudah pelaksanaan program ditampilkan pada tabel dan diagram berikut.

Data perolehan nilai sebelum dan sesudah pelaksanaan program

Nilai	Persentase (%)			
	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
A	4,3	22,2	8,3	26,0
AB	24,6	19,0	13,9	32,0
B	18,8	23,8	16,7	28,0
BC	24,6	23,8	25,0	12,0
C	17,4	7,9	11,1	2,0
D	8,7	36,2	22,2	0,0
E	1,4	0,0	2,8	0,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Jumlah mahasiswa	69	63	36	50

**Diagram distribusi nilai sebelum dan sesudah pelaksanaan program**

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

- ❖ Diskusi kelompok yang dilakukan berjalan dengan baik, namun beberapa mahasiswa masih pasif karena sebelum pelaksanaan diskusi mereka belum membaca literatur dan *hand out* yang diberikan. Sedangkan tugas terstruktur yang diberikan sudah dikerjakan dan dibahas hasilnya di dalam kelas pada tatap muka berikutnya.
- ❖ Metode perkuliahan yang diberikan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa pada mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri terbukti dengan sudah tercapainya indikator kinerja yaitu terjadi penurunan perolehan nilai C, D dan E dari 12,1%, 11,4% dan 1,4% menjadi berturut-turut 2%, 0% dan 0%.

5.2. SARAN

- ❖ Perlu dilakukan pemberian tugas baca yang lebih intensif sehingga mahasiswa sudah siap dengan pengetahuan awal untuk diskusi kelompok.
- ❖ Perlu menyediakan materi dalam intranet sehingga mahasiswa setiap saat dapat mengakses materi perkuliahan.

PUSTAKA

- Ad Rooijakers, 1988, *Mengejar Dengan Sukses : Petunjuk Untuk Merencanakan dan Menyampaikan Pengajaran*, Edisi ke-5 , Penerbit PT Gramedia, Jakarta.
- Budiardjo, L., 2001, *Metode Instruksional*, PAU-PPAI, Diljen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Budiardjo, L., 2001, *Metode Pemberian Tugas*, PAU-PPAI, Ditjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Ibrahim, M., Rachmediarti, F., Nur, M dan Ismono., 2000, *Pembelajaran Kooperatif*, Pusat Sains dan Matematika Sekolah, University Press, UNESA, Surabaya.
- Pannen, P., dan Malati, I., 1997, *Pendidikan Sebagai Sistem*, PAU-PPAI, Ditjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Pannen, P., dan Malati, I., 1997, *Pendidikan Orang Dewasa*, PAU-PPAI, Diljen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Wardani, IGAK., 2001, *Dasar-dasar Komunikasi dan Keterampilan Dasar Mengajar*, PAU-PPAI, Ditjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Winataputra, U.S., 2001, *Model-Model Pembelajaran Inovatif*, PAU-PPAI, Ditjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.



LAMPIRAN

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA



Daftar Nilai Diskusi Kuliah Spektrometri dan Elektrometri tahun 2004/2005

No	Nama	Nilai			
		Diskusi (10%)	Tugas terstruktur (5%)	Kuis (10%)	
		Keaktifan (5%)	Lap Hasil (5%)		
1.	ALFA AKUSTIA W	80	80	80	75
2.	RATIH ABDIANI	80	80	80	75
3.	ESTU PRASETYO P	80	80	80	75
4.	ERNI PUJIASARI	85	85	85	73
5.	DIMAS ADI N	80	80	80	80
6.	ROHMAWATI	85	85	85	75
7.	MARULAH	85	85	85	75
8.	NURUL MASITAH	80	80	80	78
9.	NANTIK FAUZIAH	0	0	0	75
10.	AMELIA FITRIANA	75	75	75	80
11.	PITRA ARIES W	80	80	80	85
12.	ELOK FARIDAH	80	80	80	75
13.	HANI FAUZIA	85	85	85	70
14.	RESTITUTIWI WIJANJI	75	75	75	70
15.	RATIH NIKA K	80	80	80	75
16.	USVATUN AINIYAH	75	75	75	70
17.	SULAIKAH KURNIA	75	75	75	65
18.	VINNY ALIVIA A	75	75	75	60
19.	DIAN ANGGRAINI	90	90	90	95
20.	HANING MELIA APP	75	75	75	75
21.	RUSDIAN EKO	75	75	75	70
22.	EKO PRASETIÖ	70	70	70	75
23.	SENO AJI	80	80	80	70
24.	NI MADE DWI P	75	75	75	70
25.	EMELDA POPO	75	75	75	80
26.	EFI NOR AIDA	80	80	80	75

Lanjutan

27.	IDA FATMAWATI	75	75	75	70
28.	HENRY WIDHIYANTO	80	80	80	85
29.	SANDRA DWI	80	80	80	90
30.	Khoirun Nisa	80	80	80	75
31.	RAHMA NILA D R	80	80	80	75
32.	NI NYOMAN	85	85	85	76
33.	NURI INSHANI RTRI	80	80	80	75
34.	WIDI DJANU S P	75	75	75	70
35.	RIRIN ISNAENI	80	80	80	85
36.	WIDI RETNO PALUPI	80	80	80	85
37.	ANNA KARTIKA AYU	80	80	80	75
38.	CHOIRIYAH Z	85	85	85	85
39.	CHANDRA GUSTANTO	85	85	85	90
40.	HADIJAH FARHANI	75	75	75	70
41.	SAENAH FARIDA	70	70	70	75
42.	ELLY IRAWATI	75	75	75	75
43.	ANITA KURNIATI	80	80	80	85
44.	ÖNE ASMARANI	75	75	75	80
45.	SHANTI HERMAWAN	80	80	80	95
46.	NÜROTUL MADICHAH	80	80	80	85
47.	DIA RATNA AJIZAH	75	75	75	75
48.	SILVIA RACHMAWATI	75	75	75	72
49.	YANUARDI RAHARJO	75	75	75	70
50.	AAN KHUNAEFI	75	75	75	80

Surabaya, 2 November 2004

Dosen

Drs. Yusul Syah, M.S.

Daftar Nilai Diskusi Kuliah Spektrometri dan Elektrometri tahun 2004/2005

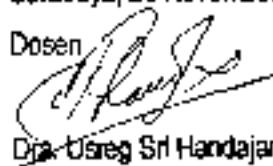
No	Nama	Nilai			
		Diskusi (10%)	Keaktifan (5%)	Lap Hasil (5%)	Tugas terstruktur (5%)
1.	ALFA AKUSTIA W	85	80	100	73
2.	RATIH ABDIANI	70	80	100	82
3.	ESTU PRASETYO P	65	80	100	56
4.	ERNI PUJIASARI	75	80	100	87
5.	DINMAS ADI N	80	80	100	87
6.	ROHMAWATI	75	80	100	81
7.	MAFULAH	65	80	100	56
8.	NURUL MASITAH	85	80	100	67
9.	NANIK FAUZIAH	85	80	100	80
10.	AMELIA FITRIANA	90	90	100	84
11.	PITRA ARIES W	65	90	100	48
12.	ELOK FARIDAH	85	90	100	67
13.	HANI FAUZIA	90	90	100	69
14.	RESTU ROI WIJANJI	75	90	100	62
15.	RATIH NILAK	80	90	100	74
16.	USVATUN AINIYAH	70	90	100	56
17.	SULAIKAH KURNIA	65	90	100	72
18.	VINNY ALIVIE A	90	85	100	80
19.	DIAN ANGGRAIN	70	85	100	71
20.	HANING MEILIA P P	80	85	100	68
21.	RUSDIANI EKO	60	85	100	60
22.	EKO PRASETIO	80	85	100	67
23.	SENO AJI	80	85	100	70
24.	NI MADE DWI P	90	85	100	85
25.	EMELDA POPO	90	85	100	87
26.	EFINOR AIDA	80	85	100	66

Lanjutan

27.	IDA FATMAWATI	95	80	100	70
28.	HENRY WIDHIYANTO	60	80	100	67
29.	SANDRA DWI	60	80	100	52
30.	Khoirun Nisa	95	80	100	87
31.	RAHMA NILA DIR	70	80	100	66
32.	NI NYOMAN	70	80	100	80
33.	NUR INSANI FITRI	70	80	100	76
34.	WIDI DJANU SP	80	80	100	83
35.	RIRIN ISMENA NI	85	75	100	72
36.	WIDI RETNO PALUPI	70	75	100	46
37.	ANNA KARTIKA AYU	75	75	100	85
38.	CHOIRIYAH Z.	75	75	100	85
39.	CHANDRA GUSTANTO	75	75	100	86
40.	HADIJAH FARHANI	80	75	100	60
41.	SAENAH FARIDA	85	75	100	72
42.	ELLY IRAWATI	80	75	100	75
43.	ANITA KURNIATI	80	80	100	63
44.	ONE ASMARANI	80	80	100	77
45.	SHANTI HERMANAWAN	80	80	100	74
46.	NUROTUL MADICHAH	80	80	100	83
47.	DIA RATNA AJIZAH	70	80	100	75
48.	SILVIA RACHMAWATI	70	80	100	52
49.	YANUARDI RAHARJO	90	80	100	72
50.	AAN KHUNAEPI	60	80	100	78

Surabaya, 23 November 2004

Dosen



Drs. Usreg Sri Handajani, M.Si.

Daftar Nilai Diskusi Kuliah Spektrometri dan Elektrometri Tahun 2004/2005

No	Nama	Nilai			
		Diskusi (10%)	Lap Hasil (5%)	Tugas terstruktur (5%)	Kuis (10%)
1.	ALFA AKUSTIA W	85	100	100	70
2.	RATIH ABDIANI	80	100	100	56
3.	ESTU PRASETYO P	0	100	100	60
4.	ERNI PUJSMASARI	80	100	100	56
5.	DIMAS ADIL N	90	100	100	63
6.	ROHMAWATI	85	100	100	63
7.	MAFULAH	80	100	100	66
8.	NURUL MASITAH	80	100	100	80
9.	NANIK FAUZIAH	0	100	100	55
10.	AMELIA FITRIANA	90	100	100	93
11.	PITRA ARIES W	60	100	100	21
12.	ELOK FARIDAH	85	100	100	50
13.	HANI FAUZIA	90	100	100	47
14.	RESTU ROIWI JANJI	85	100	100	74
15.	RATIH NILA K	85	100	100	36
16.	USVATUN AINIYAH	90	100	100	53
17.	SULAIKAH KURNIA	90	100	100	43
18.	VINNY ALIVIE A	60	100	100	76
19.	DIAN ANGGRAINI	70	100	100	36
20.	HANING MEILIA P P	80	100	100	69
21.	RUSDIAN EKO	0	100	100	37
22.	EKO PRASETIO	60	100	100	51
23.	SENO AJI	100	100	100	79
24.	NI MADE DWI P	70	100	100	47
25.	EMELDA POPO	60	100	100	44
26.	EFI NOR AIDA	70	100	100	30

Lanjutan

27.	IDA FATMAWATI	70	100	100	68
28.	HENRY WIDHIYANTO	70	100	100	55
29.	SANDRA DWI	0	100	100	72
30.	Khoirun Nisa	100	100	100	65
31.	RAHMA NILA DR	80	100	100	60
32.	NINI NYOMAN	80	100	100	45
33.	NURI INSANI FITRI	80	100	100	76
34.	WIDI DJANU S.P	70	100	100	65
35.	RIRIN ISNAENI	75	100	100	67
36.	WIIDI RETNO PALUPI	75	100	100	41
37.	ANNA KARTIKA AYU	70	100	100	44
38.	CHOIRIYAH Z.	80	100	100	100
39.	CHANDRA GUSTANTO	70	100	100	36
40.	HADIWAH FARHANI	80	100	100	82
41.	SAENAH FARIDA	80	100	100	46
42.	ELLY IRAWATI	70	100	100	76
43.	ANITA KURNIATI	80	100	100	27
44.	ONE ASMARANI	80	100	100	44
45.	SHANTI HERMAWAN	75	100	100	59
46.	NUROTUL MADICHAH	80	100	100	86
47.	DIA RATNA AJIZAH	75	100	100	59
48.	SILVIA RACHMANAWATI	70	100	100	36
49.	YANUARDI RAHARJO	80	100	100	61
50.	AAN KHUNAEFI	75	100	100	59

Surabaya, 23 Desember 2004

Dosen

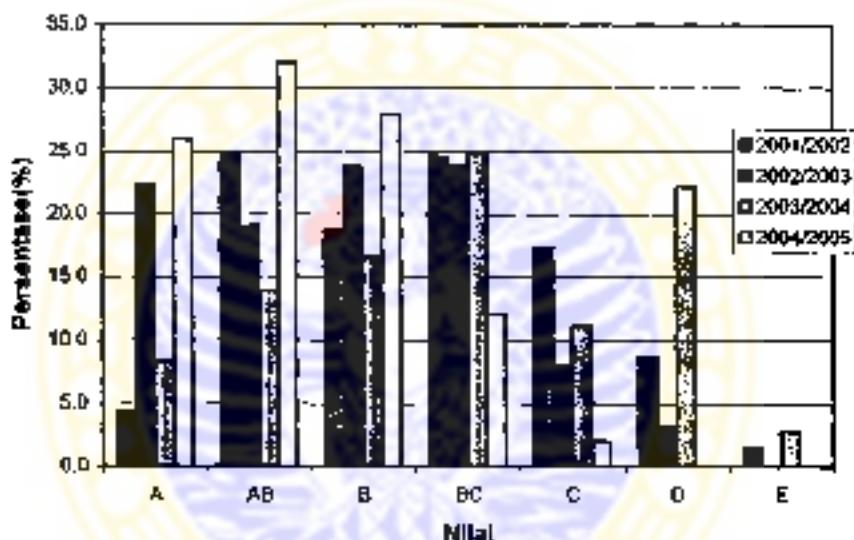

Dra. Miratul Khasanah, M.Si.

		Elektrometri																		
		30	80	80	85	70	100	82.5	80	100	100	93.3	75	86	30	57.00	53.5	69.23	B	
31	80212505	INURUL MASITAH	80	80	85	80	80	100	84.2	80	100	100	93.3	78	87	80	75.00	55.5	75.63	A
32	80212507	SULAIKAH KURNIAWATI	75	75	85	80	80	100	82.5	75	100	100	91.7	85	72	43	60.00	61.5	69.38	B
33	80212514	MADDIAH FARHANI	75	75	80	75	80	100	80.0	75	100	100	91.7	70	80	82	70.67	72.5	77.33	A
34	80212521	WIDI DJANU S P	75	75	80	80	70	100	80.0	75	100	100	91.7	70	83	85	72.87	51.5	72.43	AB
35	80212523	RATIH ABDIANI	80	80	70	80	80	100	81.7	80	100	100	93.3	75	82	58	71.00	32.0	67.80	B
36	80212529	ANNA KARTIKA AYU	80	80	75	75	70	100	80.0	80	100	100	93.3	75	85	44	68.00	53.5	71.78	AB
37	80212532	ROHMAWATI	85	85	75	80	85	100	86.0	85	100	100	95.0	75	81	63	73.00	80.0	76.65	A
38	80212534	WIDI RETNO PALUPI	80	80	70	75	75	100	80.0	80	100	100	93.3	85	48	41	80.67	24.0	82.20	BC
39	80212559	SILVIA RACHMAWATI	75	75	70	80	70	100	78.3	75	100	100	91.7	72	47	36	51.67	46.5	64.38	BC
40	80212561	NURI INSANI FITRI	80	80	70	80	80	100	81.7	80	100	100	93.3	75	76	78	75.67	52.5	74.33	AB
41	80212567	AMELIA FITRIANAWATI	75	75	90	90	90	100	86.7	75	100	100	91.7	80	84	83	55.67	44.0	78.45	A
42	80212569	DIA RATNA AJIZAH	75	75	70	80	75	100	79.2	75	100	100	91.7	75	75	59	69.67	47.5	70.28	AB
43	80212570	MAFULAH	85	85	65	80	80	100	82.6	85	100	100	95.0	75	56	86	65.67	57.5	73.08	AB
44	80212584	USYATUN AINTYAH	75	75	70	90	90	100	83.3	75	100	100	91.7	70	56	53	59.67	66.5	70.78	AB
45	80212585	RATIH NILA K	80	80	80	90	85	100	85.8	80	100	100	93.3	75	74	36	81.87	45.0	69.50	B
46	80212594	RAHMA NILA D R	80	80	70	80	80	100	81.7	80	100	100	93.3	75	68	60	57.00	68.0	73.10	AB
47	80212599	PITRA ARIES WIBOWO	80	80	65	90	60	100	78.2	80	100	100	93.3	85	48	21	61.33	30.0	60.65	BC
48	80212605	HANI FAUZIA	85	85	90	90	90	100	90.0	85	100	100	94.0	70	69	47	62.00	36.0	68.85	B
49	80212623	SAENAH FARIDA	70	70	85	75	80	100	80.0	70	100	100	90.0	75	72	46	64.33	32.0	64.60	BC
50	80212624	RUSDIAN EKOMARBUDI	75	75	80	85	0	100	86.8	75	0	100	58.3	70	67	37	58.00	40.5	56.03	C
Distribusi nilai		Σ min																		
		A																		
		AB																		
		B																		
		BC																		
		C																		
		D																		
		E																		
		Jumlah																	08/04/05	

Profil perolehan nilai empat tahun terakhir

Nilai	Jumlah mahasiswa				Nilai	Persentase (%)			
	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005		2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
A	3	14	3	13	A	4.3	22.2	8.3	28.0
AB	17	12	5	16	AB	24.8	19.0	13.9	32.0
B	13	15	5	14	B	18.8	23.8	16.7	28.0
BC	17	15	9	8	BC	24.6	23.8	25.0	12.0
C	12	5	4	1	C	17.4	7.9	11.1	2.0
D	6	2	8	0	D	8.7	3.2	22.2	0.0
E	1	0	1	0	E	1.4	0.0	2.8	0.0
Jumlah	89	63	38	50		100.0	100.0	100.0	100.0

Distribusi nilai



Profil nilai UAS Mata kuliah Spektrometri dan Elektrometri kelas tahun terakhir

No	Nama	2002/2003		2003/2004		2004/2005	
		Nilai		Nilai		Nilai	
1	Maulane	35		Agus Chadibah	50.5	Indrayanto	89
2	Khoirun N	47		Nurul Laily	39.5	Khoirun Nişa	70
3	Rahayu B	58		Nur A Lailah	57.5	Harnanto	80.5
4	Inem	70		Yus Samsutin	60	Andani	67.5
5	Ojuduk S	41		Sandra Dwi Anggraini	36.5	Minhawa Fifitria	0
6	Titik R	52		Nrka Dwi Oktavia	32.5	Aldilla	76
7	Riswindyo	36		Ahmad Afifuddin	58.5	Aziza	64
8	Anyanto	51		Fandini Nun Amiroh	58.5	Fuadi	73
9	Citra E	72		Ika Yunis S	54.5	Zuhriyah	72.5
10	Luthfi D	64		Primasty Ayu N	47	NURUL LAILY	60
11	Risty T	73		Risty Ayu T	52.5	NUR A LAILAH	65.5
12	Niken	39		Mufidah	38.5	ANGGRAINE	67
13	Dian Lucky	46		Dewi Yusliningrum	29.5	WIDHYANTO	66.5
14	Deny Indra	48		Aan Khunaefi	44	AFIFUDDIN	79
15	Eva F	55		Azhar Perdana	41.5	AMIROH ANDIN	81
16	Diya M	44		Nina Rismawati	45	IKA YUNIS	67.5
17	Aris H	47		Elok Faridah	29	RISTY AYU P	65.5
18	Ew DK	67		Sulih Dwi K	50.5	AZHAR PERDANA	66.5
19	Emma S	46		Siti Juwariyah	42	ELOK FARIDAH	80.5
20	Amitha	63		Ainul Nurul Indah	48.5	SULIH DWI K	59.5
21	Anita R	64		Paulus Yunianto	43.5	TINDAH	74.5
22	Dwi I	54		Ienni Indriyani	55	ZUBAIDAH	65.5
23	Mimin	58		Maria W Astuty	58.5	YUNTARTO	65.5
24	Minhawa	60		Adi Suprapto	40	INDRIYANI	78
25	Agus C	38		One esmarani	42	ASTUTY	71.5
26	Daris P	54		Nanik Fauziah	24.5	NANIK FAUZIAH	63.5
27	Evi Nur	40		Ani Tri Kumalawati	55.5	KUMALAWATI	87.5
28	Catur Yuli	70		Masrifah Yunis R	36	MADI'AH	64
29	Dahlia	78		M Amin Riza	48.5	ERNI PUSMASARI	56.5
30	Etik M	56		Nurobul Madichah	36	IDA FATMAWATI	67.5
31	Fitya	76		Tintus Adji margono	24	VINNY ALIVIE A	85.5
32	Aziza	54		Evy Muliasari	40	GUSTANTO	69.5
33	Maria U	42		Nurwachid Suko Dianto	35	RIRIN ISNAENI	69
34	Rojaryah	48		Didik Ari Permomo	22	HERMAWAN	75.5
35	Fandi Z	50		Kartika San W	51.5	PURWADI	78
36	Taufi Q	55		Nuraini Wijayanti	25	ROHMAWATI	75.5
37	Lina R	45				WIBOWO	43.5
38	Anik L	28				Rita Yudiandari	77.5
39	Dora P	69				Elok Mubaroh N	79
40	Roiswanti	41					
41	Hanif Y	54					

Lanjutan nilai UAS Spektrometri dan Elektrometri						
2002/2003			2003/2004		2004/2005	
No	Nama	Nilai	Nama	Nilai	Nama	Nilai
42	Yenny M	44				
43	Luluk Y	65				
44	Cahyaning	78				
45	Afrah	66				
46	Madu W	46				
47	Mamik	56				
48	Rizal	71				
49	Imarn S	40				
50	Elok P	84				
51	Elly Y	50				
52	Indah Tri	41				
53	Sri Yulia	43				
54	Didik Ari	31				
55	Vynna P	45				
56	Rita Y	39				
57	Atri A	40				
58	Endang S	63				
59	Nurul F	51				
60	Nur Ch	67				
61	Elok M	56				
62	Redamptus	58				
63	Dikson	58				
Rata-rata nilai		53.5	43.1		68.6	
Simpangan baku		12.7	11.0		14.7	
Jml mahasiswa		63	36		39	



Hasil evaluasi mahasiswa terhadap dosen

Lanjutan evaluasi terhadap Yusul Syah

No urut responden	Hasil kuisit	Berikan hadir kepada makmu	Kontoh penulis buku	Pada berikut ini pilihlah yang	Penggunaan hasil tugas matematik	Penggunaan matem kuisit	Membangun pemahaman	Membentuk karakter	Membentuk sikap	Membentuk minat belajar	Membentuk minat berpikir												
33	4	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
34	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
35	3	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
37	4	3	4	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
38	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
39	4	3	4	4	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
40	3	3	34	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3
41	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	4	4	4	4	4
42	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
43	3	3	4	2	3	2	3	2	2	2	1	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	1	1
44	3	3	4	4	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1
45																							
46																							
47																							
48																							
49																							
50																							
51																							
52																							
IK(%)	81.9	78.2	112.5	65.0	78.8	63.8	72.5	65.0	75.0	74.4	75.0	64.4	67.3	75.0	75.0	75.0	66.2						
Indeks Kepuasan					74.25																		

Lanjutan evaluasi terhadap Usreg Sri Handajani

	1. siswa kelas	2. siswa tidak kelas	3. siswa penulis	4. siswa bukan penulis	5. pengajar matematika kelas	6. pengajar matematika kelas luas	7. mengalihbahasakan	8. memberi contoh konkret	9. variasi metode perturitian	10. media pembelajaran	11. pengetahuan matematika berlantai	12. pengantar matematika penulis	13. matematika penulis	14. kesesuaian matematika penulis dengan	15. tipe penulis	16. pengetahuan nilai
33	4	4	4	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4
34	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
35	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3
36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
37	4	3	4	3	3	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3
38	3	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
39	4	4	4	4	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
40	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
41	3	4	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3
42	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
43																
44																
45																
46																
47																
48																
49																
50																
IK(%)	81.6	87.2	94.1	69.1	79.1	59.2	73.7	69.7	75.7	76.3	79.1	68.4	73.0	80.9	80.3	78.6
Indeks Kepuasan	78.61															

Lanjutan evaluasi terhadap Miralat Khasanah

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	R1 Simpatik	R2 Simpatik	
14	3	4	4	2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3
32	3	4	4	2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3
33	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3
34	4	4	4	1	4	4	4	3	3	3	4	2	3	4	4	4
35	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
36	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3
37	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
38	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3
39	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
40	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	4	4	4	4
41	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
42	4	4	4	2	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
43	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
44	3	3	4	4	3	3	3	1	3	3	3	2	3	3	2	
45																
46																
47																
48																
49																
50																
51																
52																
53																
54																
55																
56																
57																
UK(%)	83.1	93.1	95.6	69.4	85.6	82.5	83.8	78.1	79.4	77.5	86.3	70.5	81.9	81.3	84.0	77.8
Indeks Kepuasan	81.86															

Contoh Hand Out

- ❖ Dasar-dasar Elektrometri
- ❖ Voltametri dan Polarografi

**SPEKTROMETRI DAN ELEKTROMETRI
(KIA301)**

HAND OUT
Dasar-dasar Elektrometri



Oleh
Miratul Khasanah

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2004

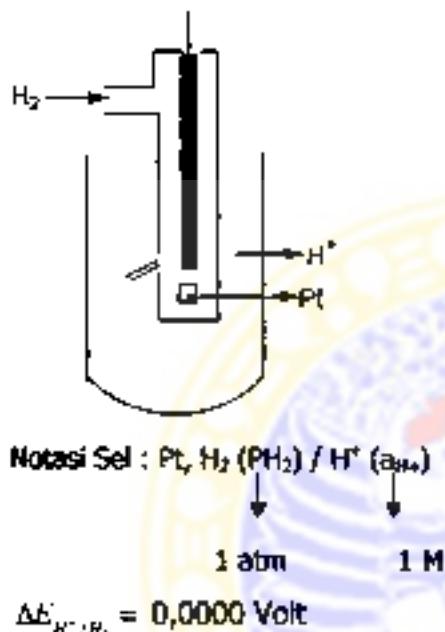
Peralatan yang digunakan pada elektroanalisis diantaranya adalah alat penunjuk sinyal (meter), elektroda dan wadah sampel.

Beberapa elektroda yang digunakan pada analisis secara elektrometri adalah:

A. Elektroda Standar (Elektroda Pembanding/Referensi)

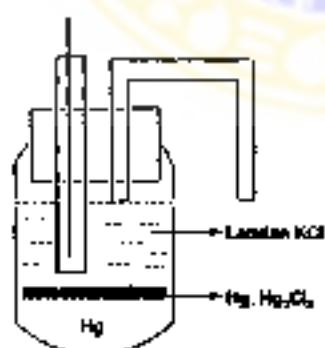
Yang termasuk elektroda standar adalah:

1. Elektroda Normal Hidrogen (ENH) → Elektroda Primer



2. Elektroda Standar Sekunder

Contoh : Elektroda kalomel



DASAR-DASAR ELEKTROMETRI

Elektrometri adalah teknik analisis yang melibatkan sinyal analitik yang berhubungan dengan sifat listrik suatu zat, seperti hantaran, potensial dan arus listrik.

Metode elektrometri meliputi tiga bagian, yaitu:

1. metode penunjuk, meliputi sistem statis (seperti potensiometri, amperometri dan voltametri) dan sistem transisi (seperti kronopotensiometri dan kronoamperometri). Metode penunjuk sistem statis mempunyai variabel penting berupa arus listrik, potensial dan konsentrasi zat dalam larutan. Pada umumnya parameter listrik yang diukur sangat bergantung pada konsentrasi zat. Metode penunjuk sistem transisi menggunakan fenomena yang terjadi selama periode transisi yang akan menuju sistem statis. Pada peristiwa ini masalah waktu menjadi sangat penting. Pada metode penunjuk ini digunakan hanya sedikit muatan listrik, bahkan hampir nol sehingga tidak merubah komposisi larutan
2. Metode koulometri, didasarkan pada penentuan jumlah listrik yang digunakan untuk menentukan jumlah/kadar zat dalam larutan
3. Metoda lainnya, termasuk di dalamnya adalah konduktometri dan potensiometri dengan selektif membran.

Imuwan yang berjasa pada elektrokimia antara lain Fisikawan Inggris Michael Faraday (1791 – 1867). Dia merumuskan hubungan antara jumlah zat dengan arus listrik yang terlibat pada proses elektrokimia.

Hukum Faraday I berbunyi:

Jumlah penguraian kimia (W) yang dihasilkan oleh arus listrik berbanding lurus dengan jumlah listrik (Q) yang melalui larutan elektrolyt.

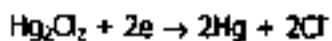
$$W \sim Q$$

Hukum Faraday II berbunyi:

Jumlah zat (W) yang berbeda yang dihasilkan oleh jumlah listrik yang sama berbanding lurus dengan berat ekivalen (e) zat tersebut.

$$W \sim e$$

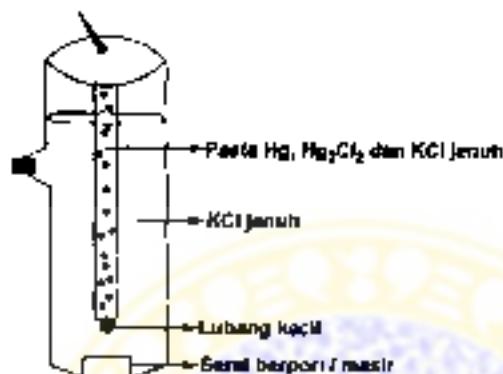
Raaksi setengah sel :



$$\text{Relatif terhadap ENH} \longrightarrow E^\ominus_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}} = \dots \text{ Volt}$$

Tergantung konsentrasi KCl

Elektroda Kalomel yang dipendekangkan :



6. ELEKTRODA PENUNJUK

1. Elektroda Logam

a. Elektroda Logam Order Pertama

Elektroda orde pertama ini digunakan untuk menentukan aktifitas kation.

Contoh : Elektroda perak, tembaga, alir raksa, Pb, Cd.

b. Elektroda Logam Order Kedua

Elektroda ini merupakan elektroda logam tetapi dapat digunakan untuk menentukan aktifitas anion dengan membentuk endapan atau kompleks yang stabil.

Contoh : elektroda Ag⁺ digunakan untuk menentukan ion Cl⁻ melalui pembentukan endapan AgCl.

c. Elektroda Logam untuk Sistem Redoks

Contoh : Platina } INERT
Emas

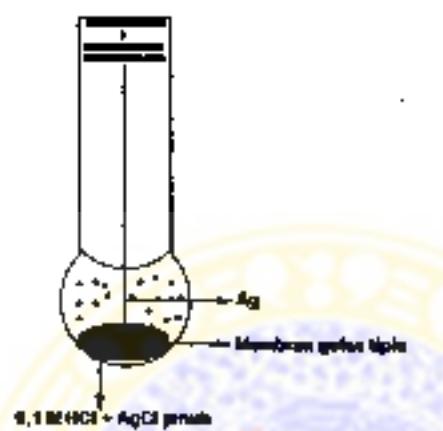
2. Elektroda Bermembran

Elektroda bermembran lebih dikenal sebagai elektroda selektif ion, yang terbagi atas:

a. Elektroda Bermembran Gelas

Contoh elektroda bermembran gelas adalah elektroda yang peka terhadap ion H^+ . Elektroda ini digunakan untuk menentukan aktifitas ion H^+ dan menghasilkan sinyal berupa harga pH. Contoh lain adalah elektroda yang peka terhadap ion Na^+ , K^+ , Li^+ , dll.

Skema elektroda bermembran gelas adalah sebagai berikut.



b. Elektroda Bermembran Padat

Contoh ion yang ditentukan :

- Br^-
- Cd^{2+}
- Cl^-
- Cu^{2+}
- CN^-
- F^-
- I^-
- Pb^{2+}
- Ag^+ / S^{2-}
- SCN^-



c. Elektroda Bermembran Cair

Contoh ion yang ditentukan :

Cd^{2+}	NO_3^-	K^+
BF_4^-	ClO_4^-	$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$

Membran Cair terbuat dari suatu fasa cairan spesifik terdiri atas senyawa organik dengan massa molekul tinggi, tidak larut dalam air dan memungkinkan terjadi pertukaran ion.

Potensial yang timbul pada pengukuran menggunakan elektroda selektif ion mengikuti persamaan Nernst:

$$E = E^{\circ} \pm \frac{2,3RT}{nF} \log(a_i + \sum K_{ij}a_j^{z_j})$$

E° = Tetapan

a_i = Keaktifan ion utama

a_j = Keaktifan ion pengganggu

n = Muatan ion utama

m = muatan ion pengganggu

K_{ij} = Koefisien selektivitas potensiometri ion i terhadap ion j

Hubungan aktivitas (a) dengan konsentrasi (C)

$$a = \gamma C$$

$$-\log \gamma = A \sqrt{\mu}$$

$$\mu = 0,5 \Sigma Ci Zi^2$$

γ = Koefisien keaktifan

μ = Kekuatan ion

$A = 0,5$ untuk pelarut air.

Jika tidak ada gangguan dari ion asing

$$E = E^{\circ} \pm \frac{2,3RT}{nF} \log a_i$$

Teori pH

Konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan digunakan sebagai ukuran keasaman atau kebasaan suatu larutan. Konsentrasi tersebut biasanya dinyatakan dalam bentuk pH larutan, yaitu harga negatif dari logaritma konsentrasi ion hidrogen.

$$pH = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-pH} M$$

Air merupakan elektrolit lemah dan terionisasi sendiri membentuk sejumlah ion hidrogenium (H_3O^+) dan ion hidroksida (OH^-). Ada ketidakjegan

(*inconsistency*) istilah yang sekarang sering ditemukan yaitu bahwa dalam larutan ditemukan ion hidrogenium tetapi biasa dinyatakan dengan H^+ atau $H^+_{(aq)}$. Tetapan kesetimbangan (K_w) peruraian H_2O dapat ditulis sebagai berikut.

$$[H^+][OH^-] = K_w = 1,0 \times 10^{-14} \text{ pada suhu } 25^\circ\text{C}$$

Dengan cara yang sama, K_w didefinisikan sebagai negatif dari logaritma dari ion yang dihasilkan oleh ionisasi air. Sehingga dapat ditulis:

$$pH = pK_w - pOH$$

Dengan bertambahnya suhu, maka jumlah ion hidrogenium dan ion hidroksida yang berionisasi juga bertambah, sehingga masing-masing ion yang berada dalam air mempunyai konsentrasi yang lebih besar.

Skala pH biasanya antara 0 – 14. Semakin mendekati pH 0 berarti semakin tinggi sifat keasaman, sedangkan semakin mendekati 14 berarti sifat basanya semakin meningkat. Larutan yang mempunyai jumlah ion H^+ dan OH^- sama akan mempunyai pH 7. Pada keadaan ini tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu.

Hubungan potensial dengan pH larutan

$$pH = -\log [H^+]$$

$$E = E^\circ - 0,059 \text{ pH}$$

Cara mengukur pH

pH ditentukan secara elektrik dengan mengukur perbedaan potensial listrik diantara dua elektroda yang ditempatkan pada larutan yang sama. Sinyal listrik tersebut dikirim ke pH meter yang diamplifikasi dan diubah ke nilai pH. Pada kondisi tertentu, suhu larutan juga masuk ke dalam alat ukur untuk memantau perubahan suhu yang mungkin menyebabkan kesalahan pengukuran pada elektroda ukur yang digunakan.

Elektroda pengukur dibuat secara tradisional di luar gelas sensitif pH. Ini lebih mudah dan lebih murah untuk memproduksinya. Elektroda pengukur lainnya adalah elektroda yang didasarkan pada antimony (Sn) dan elektroda bahan padat non gelas. Kedua tipe tersebut masing-masing mempunyai kekurangan. Kelemahan elektrode gelas sangat beresiko jika digunakan untuk analisis sample lingkungan industri. Elektroda antimony lebih kasar dan aman digunakan untuk macam-macam

sampel , tetapi sangat radioaktif. Dengan demikian, elektroda gelas merupakan elektroda yang sering digunakan untuk mengukur pH. Ketika gelas yang sensitif pH bersinggungan dengan suatu larutan aqueous, permukaan gel pada membran gelas yang sensitif pH mengembang.

Gelas pH diisi dengan suatu inner buffer yang nilainya diketahui, yang biasanya berupa larutan buffer dengan pH 7. Lapisan gel juga terbentuk pada sisi membran gelas. Ion H⁺ berdifusi ke luar lapisan gel, atau ke dalam lapisan gel, bergantung pada nilai pH larutan yang diukur. Untuk larutan asam (pH < 7) ion H⁺ pindah ke dalam lapisan gel. Untuk larutan basa (pH > 7) ion H⁺ pindah dari dalam ke luar lapisan gel. Ini menyebabkan timbulnya potensial di luar lapisan gel. Karena internal buffer dalam gelas konstan, maka potensial diantara lapisan dalam gel dan luar gel digunakan untuk menentukan nilai pH larutan yang diukur.

Elektroda pembanding mempunyai potensial yang stabil dan tertentu, yang bergantung pada larutan yang diukur. Elektroda pembanding berasi elemen pembanding, yang dicelupkan/direndam dalam suatu elektrolit tertentu. Elektrolit tersebut harus dikontakkan dengan larutan yang diukur. Kontak ini terjadi melalui suatu pori membran, tetapi akhir-akhir ini dikembangkan suatu teknologi pembanding. Beberapa teknik baru untuk sistem pembanding meliputi pembanding polimer padat dan bahan padat yang langsung kontak dengan sistem pembanding. Sistem pembanding yang paling banyak digunakan adalah kalomel atau Ag/AgCl.

Peralatan pengukur pH

Peralatan yang digunakan untuk mengukur pH antara lain: sebuah elektroda sensitif H⁺, sebuah elektroda pembanding, sensor suhu (atau tidak), kabel interkoneksi, tempat sampel, pH meter dan pre-amp yang dapat ditempatkan pada pH meter yaitu dalam sensor atau suatu tempat kendali). Elektroda pH, elektrode pembanding dan kontrol suhu biasanya dikemas dalam suatu elektroda kombinasi. Pre-amp digunakan untuk memperkuat sinyal dari elektroda ke suatu sinyal yang digunakan oleh elektronik dari pH meter.

Kalibrasi pH

Peralatan untuk mengukur pH harus selalu dikalibrasi, dengan tujuan untuk melihat apakah alat ukur tersebut dapat digunakan untuk mengukur pH dengan akurat. Ada dua cara untuk mengkalibrasi peralatan ukur pH, yaitu kalibrasi dengan dua titik atau satu titik. Kalibrasi dua titik merupakan cara yang paling bagus, tapi kadang-kadang dilakukan kalibrasi dengan satu titik pH.

Kalibrasi 2 titik digunakan untuk mengatur slope dari elektrode pH. Untuk elektrode yang baru, harga dari slope tersebut mendekati 59,6 mV/pH. Jika slope turun di bawah 47 mV/unit pH maka elektroda tersebut tidak dapat digunakan lagi. Kalibrasi dengan 2 titik membutuhkan 2 bufer yang telah diketahui pH nya. Biasanya buffer tersebut dibuat dan suatu larutan garam yang stabil dan mempunyai rentang pH 1 – 14. Biasanya menggunakan pH 4, 7 atau 10 untuk kalibrasi. Elektroda ditempatkan pada buffer pH yang pertama dan nilai pH-nya dimasukkan ke dalam pH meter. Kemudian elektroda ditempatkan pada buffer kedua, buffer ini minimal mempunyai selisih pH 2 dengan bufer yang pertama digunakan, dan nilai pH-nya dimasukkan pada pH meter. Alat ukur akan menghitung slope pH. Slope tersebut harusnya hingga sampai pH 13,5.

Cara yang kedua untuk mengkalibrasi peralatan pH adalah membentuk satu titik standarisasi. Cara ini dapat dilakukan jika sudah diketahui secara pasti harga dari slope elektroda. Biasanya slope tidak diketahui kecuali menggunakan 2 titik kalibrasi. Kalibrasi dengan satu titik biasanya dilakukan untuk laboratorium yang melakukan analisis pH secara rutin, dan hanya membutuhkan kalibrasi dengan 2 titik secara periodik saja.

Kegunaan pengukuran pH

Tujuan mengukur pH antara lain adalah sebagai kontrol reaksi pada kualitas air pada tandon, kualitas air pada limbah, kualitas produksi dan pencampuran asam basa. Beberapa industri yang membutuhkan air dalam prosesnya, memerlukan pengukuran pH.

Berikut diberikan daftar harga pH beberapa bahan.

No	Nama bahan	Harga pH
1.	Akuades	7,0
2.	Susu	6,6
3.	Kopi	5,0
4.	Bir	4,4
5.	Jus jeruk	3,7
6.	Fruit vinegar	3,2
7.	Minuman cola	2,8

PUSTAKA

- Bard., A.J., Faulkner, L.R., 1980, *Electrochemical methods: Fundamentals and Applieds*, John Wiley and Sons, New York
- Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, (terjemahan Saptohardjo), UI Press, Jakarta.
- Skoog, D.A., Leary, J.J., 1992, *Principles Instrumental Analysis*, 4th ed., Sounders College Publishing, Fort Worth
- Wang, Y., 2000, *Analytical Electrochemistry*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Willard, H. H., et al, 1988, *Instrumental Methods of Analysis*, 7th ed., Wadsword, Belmont

**SPEKTROMETRI DAN ELEKTROMETRI
(KIA301)**

HAND OUT
Voltametri dan Polarografi



Oleh
Miratul Khasanah

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2004

VOLTAMETRI DAN POLAROGRAFI

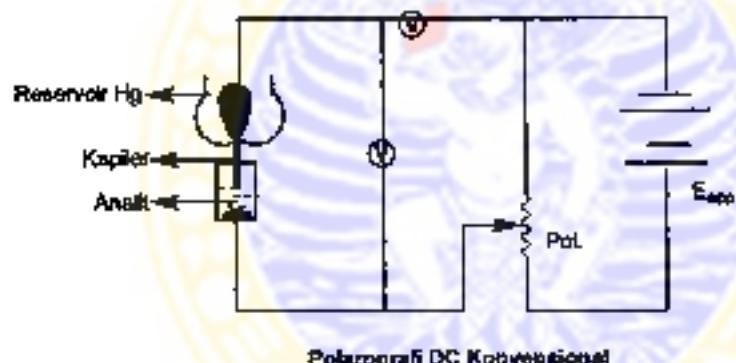
Voltametri adalah metoda elektroanalisis yang mengukur arus dalam suatu analit sebagai fungsi potensial terpasang di bawah kondisi elektroda kerja yang berpolarisasi.

Polarografi :

Cabang voltametri yang menggunakan mikroelektroda kerja berupa Elektroda Raksa Tetes, ERT, (Dropping Mercury Electrode/DME) yang mempunyai luas permukaan beberapa mm^2 atau bahkan beberapa μm^2 yang disebut elektroda mikro.

Analisis Polarografi diperkenalkan pertama kali oleh Heyrovsky pada tahun 1922. Sejak itu, cara ini telah mengalami bermacam-macam pengembangan.

Prinsip Dasar Hubungan Arus – Potensial



E_{app} dapat diatur dengan potensiometer

Anoda : Genangan air raksa

Katoda : Tetes Hg

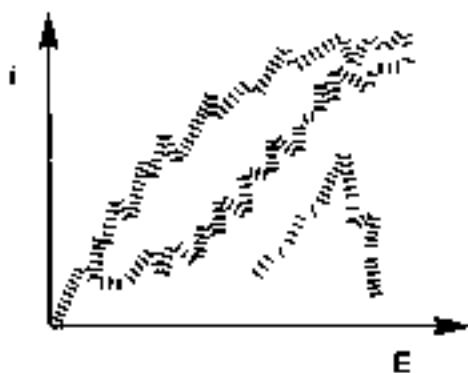
Potensial divariasi → Arus yang timbul diukur

↓

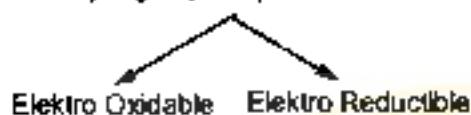
Dibuat kurva $i = f(E)$

↓

POLAROGRAM



Syarat analis yang dapat diperiksa : Harus Elektroaktif



Contoh : larutan mengandung M^{n+}
akan terjadi reduksi secara listrik pada katoda :



di dalam larutan yang diperiksa akan terjadi perpindahan materi.

Beberapa penggunaan cara Polarografi antara lain adalah :

- i. Analisis senyawa anorganik
- ii. Analisis senyawa organik (walaupun senyawa tersebut hanya punya satu gugus fungsi yang aktif elektrokimawi dalam suatu molekul organik yang besar dan kompleks)
- iii. Analisis kimia bahan makanan (misalnya penentuan α -tocopherol dalam minyak kelapa)
- iv. Analisis bahan farmasi (penentuan antibiotik)
- v. Studi kinetika reaksi elektroda

Elektroda

Jika sel yang terdiri dari elektrolit dan dua buah elektroda dipasang perbedaan tegangan yang cukup besar, arus akan mengalir melalui sel sebagai akibat reaksi elektrokimia yang terjadi pada elektroda dan sebagai akibat gerakan partikel-partikel bermuatan melalui sel tersebut. Besarnya arus yang dihasilkan merupakan fungsi dari beda tegangan yang diberikan.

Jika bertambah besarnya beda tegangan tidak menghasilkan pertambahan yang sesuai dalam arusnya, dikatakan elektrodanya terpolarisasi. Polarisasi sendiri adalah kondisi dimana tegangan sel atau tegangan elektroda selama mengalirnya arus, menunjukkan penyimpangan-penyimpangan dari nilai yang dihitung menurut :

$$E_{sel} = (E_{kataoda} - E_{anoda}) - IR$$

dimana : $(E_{kataoda} - E_{anoda})$ = Tegangan termodinamika dalam suatu sel

$E_{kataoda} - E_{anoda}$ = Tegangan elektroda untuk kedua setengah reaksi dari sel tersebut

IR = "Ohmic potensial" yaitu tegangan yang diperlukan untuk mengatasi tahanan dalam sel terhadap aliran arus.

Sehingga untuk menjalankan sel elektrolisis yang terpolarisasi dibutuhkan tegangan yang lebih besar daripada yang dihitung menurut rumus di atas. Suatu elektroda dikatakan terpolarisasi, apabila besar arus yang mengalir tidak sebanding dengan beda tegangan yang diberikan pada elektroda tersebut. Dalam kondisi-kondisi tertentu, polarisasinya dapat menjadi sedemikian besarnya sehingga arus praktis tidak tergantung pada tegangan. Jika kondisinya demikian maka dikatakan elektroda terpolarisasi sempurna.

Sedangkan elektroda yang tak terpolarisasi adalah elektroda dimana proses polarisasi tidak terjadi dan dengan demikian arus dapat mengalir bebas setiap saat.

Analisis secara polarografi melibatkan 3 elektroda yaitu

1. elektroda kerja (elektroda merkuri)
2. elektroda pembanding (kalomel atau Ag/AgCl)
3. elektroda counter (Pt)

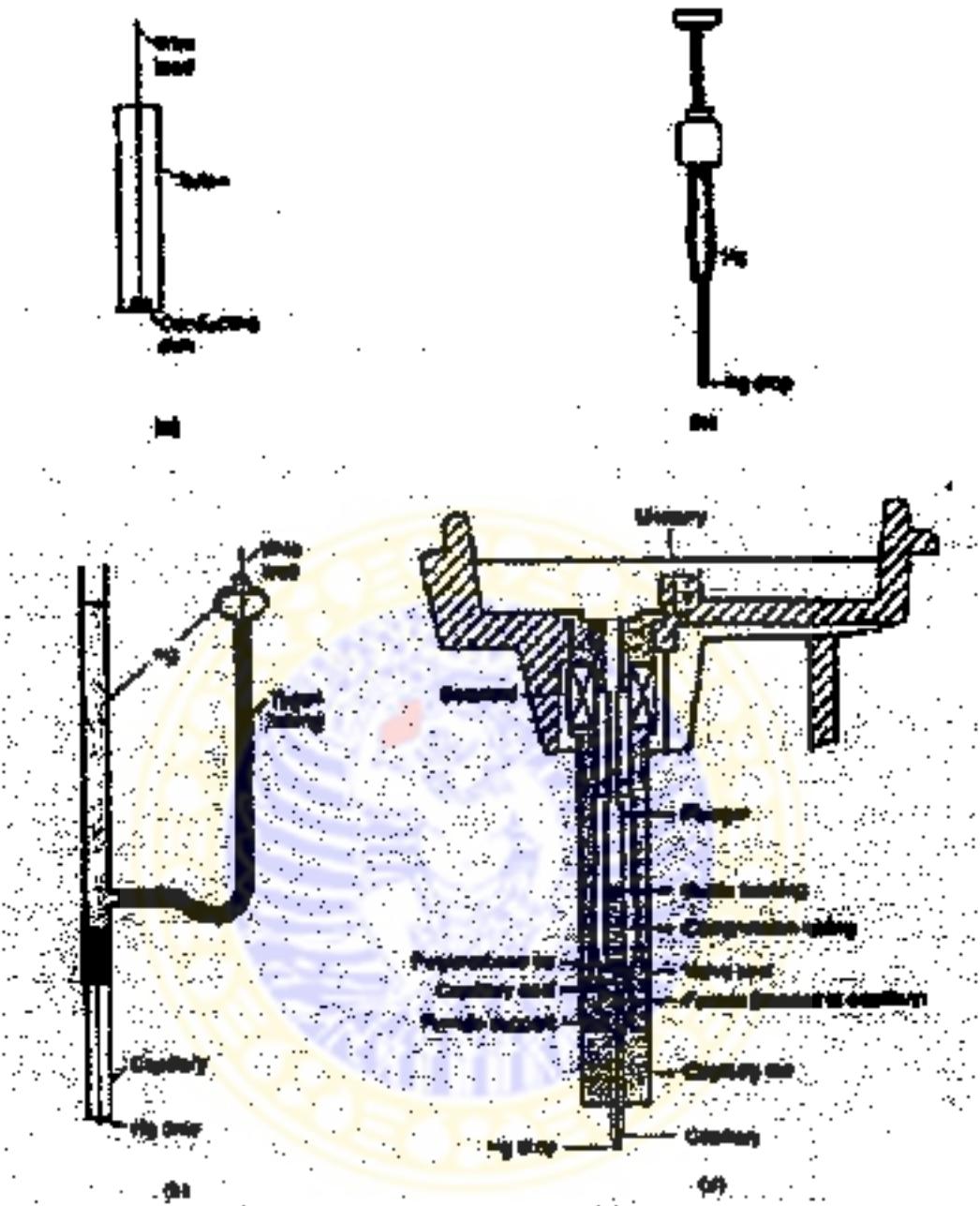


FIGURE 22-3: Schematic diagram of various types of microelectrodes: (a) is a disk electrode; (b) is a hanging mercury drop electrode; (c) is a dipping mercury electrode; (d) is a dropping mercury electrode.

Sumber : Skoog, 1992

Perpindahan Materi pada polarografi

1. Perpindahan Secara Migrasi

Materi yang dipindah berupa partikel-partikel bermuatan

Materi bermuatan → Kutup yang berlawanan
Gaya Elektrostatistik

2. Perpindahan secara Difusi

Dasar . Adanya gradien (perbedaan) konsentrasi.

Partikel dalam daerah lebih rapat (lebih pekat) \longrightarrow Daerah yang renggang (lebih encer)

3. Perpindahan secara Konveksi

Perpindahan partikel yang disebabkan oleh pengaruh :

- Perbedaan temperatur
- Goncangan/pengadukan.

Dalam suatu sistem, ketiga mekanisme memberikan sumbangan pada laju perpindahan massa \Rightarrow arus total (i_t) merupakan jumlah arus migrasi (i_m), arus difusi (i_d) dan arus konveksi (i_c).

Sehingga :

$$i_t = i_m + i_d + i_c$$

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
S.I. RAHAYA

Pada polarografi, $i_t \sim i_d$

i_m dan i_c

i_d dapat dikurangi dengan melakukan percobaan tanpa pengadukan dan kondisi temperatur konstan

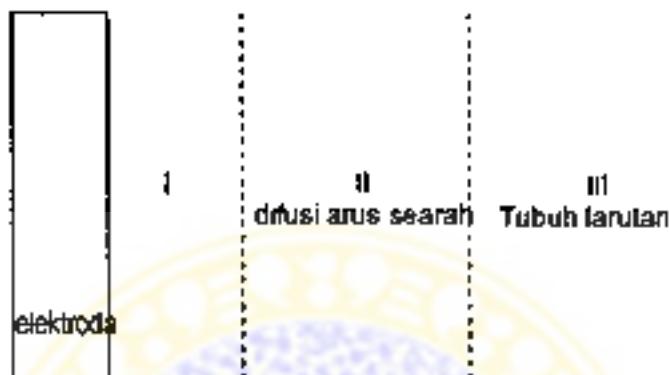
i_m dapat dikurangi / diatas dengan penambahan garam sebagai elektrolit pendukung ?

Fraksi suatu ion yang berpindah secara migrasi \longrightarrow Dapat diperkirakan berdasarkan bilangan pemindahannya (f)

Perbedaan utama antara elektrolisis biasa dengan elektrolisis di bawah kondisi polarografi adalah bahwa pada proses polarografi mikro elektroda yang digunakan dalam keadaan terpolarisasi sempurna. Pada polarografi juga sama sekali tidak dilakukan gaya/usaha, misalnya dengan pengadukan larutan, untuk membuat mikro elektroda dalam kesetimbangan dengan tubuh larutan (bagian larutan yang tidak langsung berbatasan dengan permukaan mikro elektroda). Pada polarografi tidak dileakukan pengadukan larutan, sebab diinginkan agar gerakan ion yang dianalisis dari tubuh larutan ke permukaan elektroda hanya disebabkan oleh proses difusi saja.

Dengan demikian, maka arus yang terjadi hanya ditentukan oleh kecepatan difusi ion-ion ke mikro-elektroda dimana ion-ion tersebut akan mengalami reduksi atau oksidasi.

Elektrolit pendukung dilambahkan, dengan maksud supaya pergerakan ion-ion melalui larutan terjadi hanya karena difusi dan tidak karena migrasi listrik. Sistem elektroda – larutan dapat digambarkan sebagai berikut :



Daerah I, menggambarkan daerah yang paling dekat dengan elektroda. Di daerah ini berlangsung reaksi-reaksi elektrokimia. Konsentrasi materi bentuk teroksidasi dan bentuk tereduksi dalam daerah I ini merupakan fungsi dari beda tegangan dalam daerah ini.

Daerah III menggambarkan tubuh larutan, dimana konsentrasi dari spesies-spesies elektroaktif homogen.

Daerah II, daerah difusi arus searah, merupakan daerah di mana spesies-spesies elektroaktif bendifusi karena pengaruh gradien konsentrasi yang terdapat antara daerah I dan daerah III, sebagai akibat reaksi pada elektroda.

Pada polarografi, sebagai elektroda pembanding digunakan elektroda tak terpolarisasi, biasanya digunakan elektroda kalomel jenuh atau elektroda Ag/AgCl, sedangkan sebagai mikro-elektroda dapat digunakan raksa, platina atau emas.

Mikro elektroda yang paling umum dipakai adalah raksa (Hg) dalam bentuk tetes-tetes yang kecil, karena itu mikro-elektroda ini disebut Elektroda Reksa Tetes atau disingkat ERT.

Raksa dibiarkan melalui tabung kapiler yang sempit, sehingga keluar sebagai tetesan-tetesan kecil yang tumbuh dan berjatuhan dalam waktu kira-

kira 3 hingga 5 detik. Waktu menetesnya ini dapat diatur dengan menurunkan atau meninggikan bejana berisi Hg.

Elektroda raksa ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan mikro elektroda Pt, diantaranya :

- a. Permukaan tetesan Hg yang berbatasan dengan tanah bersifat **reproducible**, licin dan rata dan dengan timbulnya tetesan – tetesan baru, tetesan Hg ini terus menerus diperbarui.
- b. Tetesan Hg yang timbul dari ujung kapiler tumbuh dari kecil menjadi besar dan bersamaan dengan itu, arus difusi yang terjadi mula-mula kecil, kemudian menjadi semakin besar selama waktu berkembangnya tetesan itu.
- c. Jadi arus difusi akan berosilasi dan karena osilasi arus difusi pada tetesan Hg itu sangat teratur, maka dengan mudah dicari arus difusi rata-rata.
- d. Polarogram dapat diperoleh dengan waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan penggunaan mikro-kaloda platina. Hal ini disebabkan dengan ERT, arus difusi rata-rata yang tetap dan reproducible terjadi dengan cepat sekali, bila tegangan luar diubah besarnya. Tetapi bila kewat Pt yang digunakan sebagai mikro-elektroda dan tegangannya diubah, maka arus yang terjadi mula-mula besar, kemudian turun sedangkan nilai yang tetap dan reproducible baru diperoleh setelah beberapa menit.
- e. Elektroda raksa tetes ini mempunyai tegangan lebih aktif atau over-voltage (overpotensial) yang besar untuk hidrogen sehingga dapat digunakan untuk daerah potensial yang cukup luas.

Keterbatasan penggunaan elektroda tetes Hg

- a. Merkuri dapat dioksidasi menjadi Hg(II) Jika harga E lebih besar dari + 0.4 V
- b. Masalah penyumbatan kapiler → kontak listrik tidak ada

b. Ukuran dan muatan molekul atau ion reaktan

c. Susunan dan viskositas pelarut

d. Suhu; bila suhu naik \rightarrow O akan naik pula

Karena alasan inilah suhu larutan harus selalu dijaga.

Sifat-sifat Kapiler : $m^{2/3} t^{1/6}$

Hasil kali $m^{2/3} t^{1/6}$ dalam persamaan Ilkovic sering disebut tetapan kapiler (capillary constant).

Nilai hasil kali ini dapat ditelapkan secara percobaan dengan menimbang massa (m) Hg yang keluar dari kapiler tiap detiknya, dan mengukur waktu tetes dalam detik. Besarnya tetapan kapiler ($m^{2/3} t^{1/6}$) bergantung dari :

a. Ukuran dan geometri kapiler

b. Tinggi permukaan Hg di atas kapiler

c. Tegangan luar atau tegangan mikro elektroda; tegangan ini mempengaruhi tegangan permukaan Hg, dan oleh karena itu waktu tetes (t) akan berubah jika tegangan mikro elektroda berubah.

Suatu keuntungan bahwa i_d hanya berubah dengan $t^{1/6}$ (pangkat 1/6 dari t), sehingga bila perubahan tegangan hanya meliputi daerah yang kecil, penurunan i_d oleh faktor ini dapat diabaikan.

Persamaan dari gelombang polarogram dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E = E_{1/2} - \frac{0,059}{n} \log \frac{i}{i_d - i} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Dimana :

- . E = Tegangan elektroda raksa tetes, merupakan tegangan rata-rata selama waktu hidupnya 1 tetes Hg.

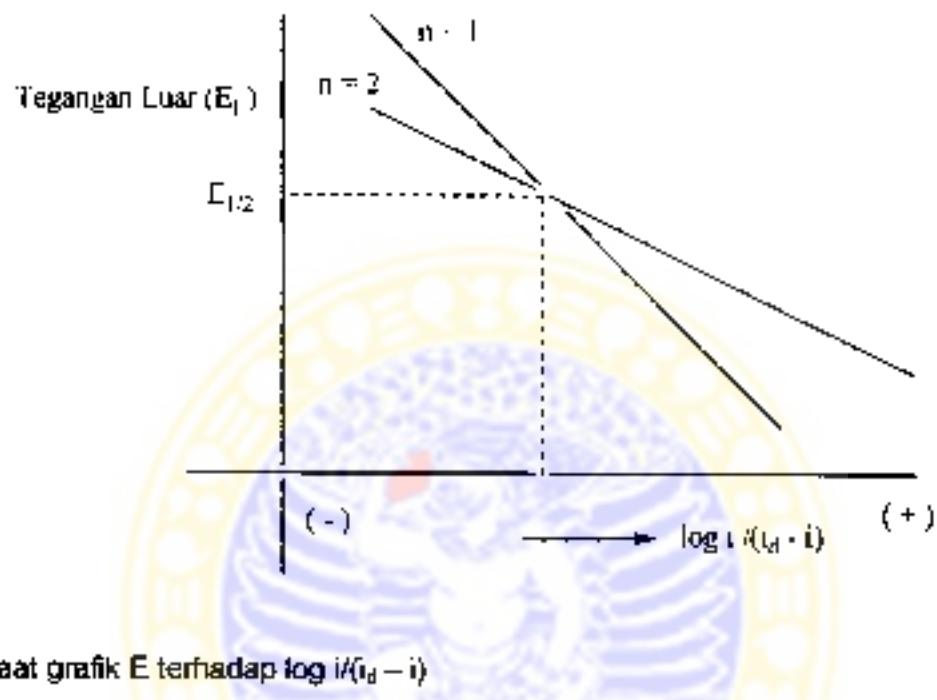
- $E_{1/2}$ = Tegangan setengah gelombang yaitu tegangan yang timbul saat arus yang berjalan dalam sel polarografi sama dengan separuh dari arus difusi ($i = 1/2 i_d$)

- n = Jumlah elektron yang terlibat pada ERT

- i = Arus pada setiap titik gelombang polarografi (bagian polarogram yang naik dengan tegak)

i_d = Arus difusi batas (bagian polarogram yang mendatar di sebelah atas)

Jika E kita alurkan terhadap $\log i/(i_d - i)$, akan kita peroleh garis lurus dengan kemiringan $-0,059/n$, dengan syarat reaksi yang terjadi pada ERT bersifat reversibel



Manfaat grafik E terhadap $\log i/(i_d - i)$

- Untuk memeriksa, apakah reaksi yang berlangsung pada ERT bersifat reversibel atau tidak, dengan cara menetapkan nilai n dan kemiringan grafik.

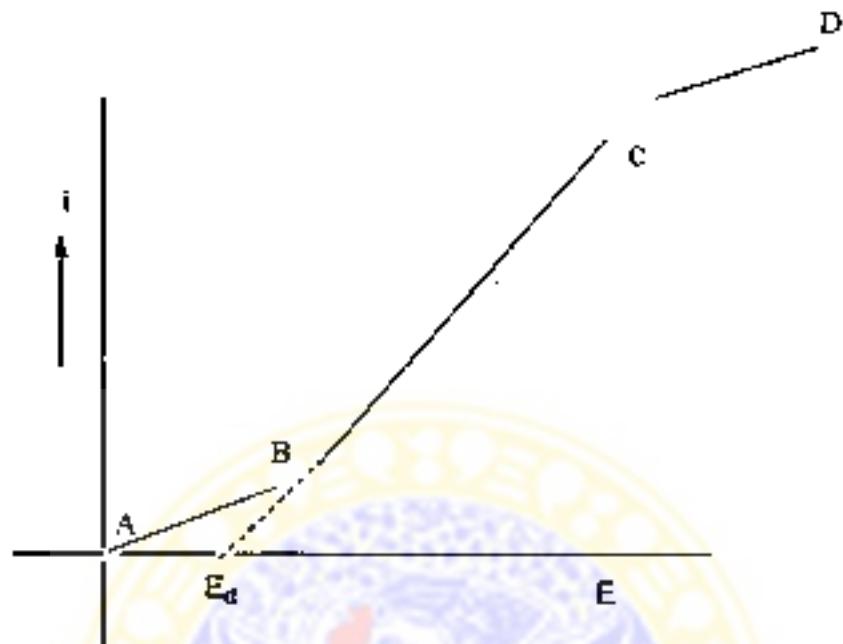
Bila n yang diperoleh dari grafik sama dengan nilai n teoritis dan grafiknya merupakan garis lurus, maka reaksinya reversibel.

- Dengan grafik E terhadap $\log i/(i_d - i)$ juga dapat ditetapkan nilai $E_{1/2}$ (tegangan setengah gelombang), yaitu nilai E pada grafik tersebut, dimana $\log i/(i_d - i) = 0$ atau dimana $i = \frac{1}{2} i_d$.

Tegangan setengah gelombang ($E_{1/2}$) adalah suatu besaran yang khas (karakteristik) untuk suatu sistem redoks tertentu. Tegangan setengah gelombang ini tidak tergantung dari konsentrasi zat elektro-aktif yang bersangkutan, asal kondisi polarografinya sama. Oleh karena itu, $E_{1/2}$ dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu ion secara kualitatif.

Kurva Arus Tegangan Pada Polarografi

Kurva arus tegangan untuk elektrolisis pada kondisi-kondisi polarografi, dinamakan polarogram dan mempunyai bentuk sebagai berikut :



Polarogram ini menyatakan hubungan antara tegangan luar E_L dengan arus yang berjalan dalam sel polarografi, bila E_L itu berangsur-angsur diperbesar.

Memperbesar E_L berarti membuat tegangan mikrokatoda makin negatif. Oleh karena E_L merupakan ukuran langsung dari besarnya tegangan mikro - katoda, maka polarogram menyatakan hubungan antara tegangan mikro - katoda dengan arus, apabila tegangan mikro - katoda itu makin lama makin negatif. Jika E_L berangsur-angsur diperbesar mulai dari 0 volt, maka selama tegangan dekomposisi dari ion yang dipantiksa misal M^+ belum tercapai, arus i akan naik secara berangsur-angsur dan linier sepanjang bagian A – B dari kurva.

Arus yang berjalan sepanjang A – B ini disebut arus sisa (*residual – current*).

Ada dua hal yang menyebabkan timbulnya arus sisa :

- a. Reduksi zat-zat pengotor yang selalu ada dalam larutan dalam jumlah remik (sangat sedikit), misalnya : sisa-sisa O_2 yang masih tinggal dalam larutan, ion-ion logam berat dalam air suling yang dipakai, zat pengotor dalam elektrolit pendukung dan lain-lain. Reduksi zat-zat pengotor yang

jumlahnya renik itu memberikan jenis arus yang disebut arus Faraday (*Faradic current*), yang tidak lain dari pada arus difusi untuk tereduksinya zat-zat pengotor tersebut pada mikro-katoda.

- b. Terjadinya arus kondensator (*condensator current*) atau arus pengisian muatan (*charging current*), yaitu arus electron yang mengalir sehubungan dengan pengisian tetes raksa dengan muatan listrik. Agar tetes Hg memperoleh nilai tegangan sebagaimana dikehendaki oleh tegangan luar E_L , maka elektron-electron akan bergerak ke atau dari permukaan tetes Hg itu; arah gerakannya bergantung dari besarnya E_L dan susunan larutan.

Karena setiap tetes Hg yang keluar dari kapiler harus diberi muatan hingga mencapai tegangan tersebut, maka terjadi arus electron yang kontinu dan arus inilah yang disebut arus kondensator atau arus pengisi muatan.

Jadi arus sisa terdiri dari dua komponen : arus faraday yang ditimbulkan oleh reduksi zat-zat pengotor pada katoda dan arus kondensator. Jika tegangan yang dipasang E_L telah mencapai nilai tegangan dekomposisi ion yang bersangkutan maka pada mikro-katoda raksa tetes (ERT) akan mulai terjadi reaksi reduksi.

E_L menyatakan harga tegangan dekomposisi ion yang bersangkutan.

Oleh karena pada percobaan polarografi ini larutan tidak dieduk, maka tereduksinya ion – ion M^+ disekitar ERT, akan menyebabkan konsentrasi M^+ pada batas permukaan antara larutan M^+ dan air raksa menjadi lebih kecil dan pada konsentrasi ion-ion M^+ di dalam tubuh larutan. Selisih konsentrasi atau gradien konsentrasi yang terjadi antara tubuh larutan dan daerah batas tersebut, akan menyebabkan ion-ion M^+ berdifusi dari tubuh larutan ke batas permukaan tersebut.

Kecepatan difusi ion-ion itu berbanding lurus dengan besarnya gradien konsentrasi dan terjadilah arus difusi yang besarnya berbanding lurus dengan kecepatan difusi ion-ion M^+ , jadi juga berbanding lurus dengan besarnya gradien konsentrasi tersebut di atas.

Apabila tegangan yang dipasang E_L secara berangsur-angsur diperbesar terus, maka jumlah ion-ion M^+ yang direduksi pada batas permukaan

antara larutan dengan ERT akan berangsurgangsur menjadi lebih besar pula.

Akibatnya gradien konsentrasi makin lama makin besar, sehingga kecepatan difusi ion-ion M^+ juga makin lama makin besar. Bila kecepatan difusi M^+ menjadi semakin besar, maka arus difusi yang terjadi makin lama makin bertambah besar. Hal ini ditunjukkan pada bagian B – C dari polarogram.

Apabila sekarang tegangan yang dipasang E_L terus diperbesar sepanjang B – C, maka disekitar C akan tercapai titik dimana konsentrasi efektif M^+ dalam batas permukaan dengan tetesan $Hg = 0$. Mulai saat ini kecepatan difusi (juga arus difusi) akan menjadi tetap dan berbanding lurus dengan konsentrasi M^+ dalam tubuh larutan.

Sepanjang bagian C – D dari polarogram, bertambah besarnya tegangan yang dipasang E_L tidak akan mengubah besarnya arus difusi, sampai nantinya tercapai pula tegangan dekomposisi ion lain. Pada saat itu, proses yang sama akan berulang untuk ion lain tersebut. Arus difusi yang tetap itu disebut arus batas (*limiting current*), yaitu bagian C – D dari polarogram.

Pada nilai-nilai tegangan C dan D, mikrokatoda dikatakan ada dalam keadaan terpolarisasi sempurna. Oleh karena arus difusi yang tetap itu (arus batas) berbanding lurus dengan konsentrasi ion-ion M^+ , maka pengukuran arus tersebut akan memungkinkan perhitungan konsentrasi ion yang bersangkutan. Jadi polarografi dapat digunakan untuk analisis kuantitatif.

Elektrolit Pendukung (Supporting Electrolyte)

Perpindahan atau gerakan ion-ion dari tubuh larutan ke permukaan elektroda dapat terjadi oleh pengaruh gaya difusi, gaya elektrostatik, gaya mekanis (pengadukan) dan gaya konveksi (gerakan oleh perbedaan suhu).

Prinsip pokok polarografi adalah bahwa kondisi larutan diatur sedemikian rupa sehingga arus difusi batas hanya bergantung dari gerakan difusi ion-ion ke elektroda.

Gaya mekanis dan konveksi ditiadakan dengan jalan tidak melakukan pengadukan.

Gaya elektrostatik adalah gaya tarikan ion-ion positif oleh katoda dan gaya tarikan ion-ion negatif oleh anoda.

Gaya elektrostatik ini menimbulkan arus migrasi. Bila arus migrasi ini dibiarkan terjadi, maka arus difusi batas yang terjadi, tidak hanya ditentukan oleh gerakan difusi ion-ion, melainkan juga mengandung komponen arus migrasi. Agar supaya arus difusi batas hanya bergantung dari difusi saja, arus migrasi dari ion-ion logam yang dianalisis harus dihindakan.

Hal ini dapat tercapai dengan menambahkan elektrolit pendukung misalnya KCl, KNO₃, NaOH dan sebagainya, dalam jumlah yang cukup besar. Bila tidak ada elektrolit pendukung, misalnya NaOH, maka ion-ion M⁺ akan mencapai katoda dengan jalan migrasi dan difusi. Akibatnya, arus batas akan mencapai harga dua kali lebih besar daripada andaikata gerakan M⁺ ke katoda hanya berupa difusi saja.

Penambahan elektrolit pendukung NaOH akan menurunkan arus batas tersebut, yang berarti arus migrasi dari ion M⁺ dikurangi. Arus batas ini akhirnya akan menjadi tetap, bila konsentrasi elektrolit pendukung jauh lebih besar daripada konsentrasi ion-ion yang dianalisis.

Disini berarti migrasi ion-ion M⁺ dihindakan. Ion-ion Na⁺, ditarik secara elektrostatik oleh katoda tetapi tidak akan direduksi, pada tegangan yang diperlukan untuk mereduksi M⁺.

Akibatnya, konsentrasi ion-ion Na⁺ disekitar katoda bertambah dan merupakan perisai yang melindungi ion-ion M⁺ yang ada dalam larutan terhadap pengaruh gaya tarikan elektrostatik dari katoda. Maka ion-ion M⁺ bergerak ke katoda hanya dengan cara difusi saja. Dengan demikian arus batas sekarang hanya terdiri dari arus difusi saja.

$$t_+ = \frac{i_+}{i_+ + i_-} = \frac{c_+ z_+ \lambda_+}{\sum c_i z_i \lambda_i}$$

$$t_- = \frac{i_-}{i_+ + i_-} = \frac{c_- z_- \lambda_-}{\sum c_i z_i \lambda_i}$$

c = konsentrasi ion

z = muatan ion

λ = hantaran ekivalen ion

Contoh : Larutan Cu²⁺ 10⁻³ M.

$\lambda_{Cu^{2+}} = 80$ (satuan hantaran ekivalen)

$\lambda_{NO_3^-} = 75$

$$\epsilon_{Cu^{2+}} = \frac{(10^{-3})(2)(80)}{(10^{-3})(2)(80) + (2 \cdot 10^{-3})(1)(75)} \approx 0,516$$

Arti : Ada 0,516 bagian dari seluruh ion Cu²⁺ yang berpindah.

Jika diinginkan $\epsilon_{Cu^{2+}}$ turun menjadi 0,01 bagian atau 1%, berapa konsentrasi KNO₃ yang harus ada dalam larutan analit itu?

Misal konsentrasi KNO₃ = x M

$\lambda_{NO_3^-} = 75$

$$\epsilon_{Cu^{2+}} = 0,01 = \frac{(10^{-3})(2)(80)}{(10^{-3})(2)(80) + (2 \cdot 10^{-3} + x)(1)(75) + (x)(1)(75)}$$

Sehingga :

$$0,16 = 0,0016 + 0,0015 + 0,75x + 0,75x$$

$$1,5x = 0,1569$$

$$x = 0,1046 \text{ M}$$

Zat Penekan Maksimum (Maximum Suppressor)

Polarogram atau kurva arus-potensial yang diperoleh dengan elektroda raksa tetes sering mempunyai puncak atau maksimum seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

Bentuk dari puncak ini dapat runcing, dapat pula tumpul. Baik bentuk maupun tinggi puncak bergantung dari : konsentrasi zat yang direduksi, konsentrasi dan muatan elektrolit dan waktu tetes t.

Puncak ini dapat terjadi jika konsentrasi zat yang akan direduksi pada katoda lebih besar daripada konsentrasi yang hanya disebabkan oleh proses difusi.

Dengan perkataan lain, terjadinya puncak ini menunjukkan bahwa terjadi arus lain (arus tambahan) disamping arus difusi.

Belum diketahui dengan pasti, peristiwa apa yang menyebabkan terjadinya arus tambahan sehingga timbul puncak polarogram tersebut. Ada yang menduga bahwa adsorpsi ion logam yang akan direduksi, pada permukaan

tetes Hg yang sedang keluar dari lubang kapiler, merupakan penyebab timbulnya arus tambahan itu

Hasil penyelidikan lain, berdasarkan pemotretan gerak cepat, menunjukkan bahwa ketuannya tetes Hg dari lubang kapiler menimbulkan efek pengadukan pada larutan disekelilingnya.

Efek pengadukan ini rupa-rupanya menyebabkan lebih banyak ion logam yang elektroaktif mencapai permukaan elektroda danpada yang hanya disebabkan oleh peristiwa difusi saja. Tetapi keterangan yang pasti hingga sekarang belum diketahui.

Jelas puncak polarogram ini harus ditiadakan, untuk memastikan bahwa arus difusi batas benar-benar hanya bergantung pada peristiwa difusi saja, sehingga arus ini benar-benar berbanding lurus dengan konsentrasi ion yang elektroaktif.

Puncak polarogram ini dapat ditiadakan dengan menambahkan ke dalam larutan cuplikan suatu zat penekan maksimum dalam jumlah yang kecil. Zat ini akan diadsorpsi pada permukaan tetes Hg dan puncak polarogram akan ditiadakan.

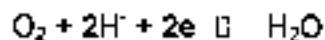
Sebagai zat penekan maksimum biasanya digunakan senyawa-senyawa yang bersifat aktif permukaan seperti jelatin dan ion-ion dari zat-zat warna tertentu. Konsentrasi zat penekan maksimum yang ditambahkan, sebaiknya sekecil mungkin, karena bila ditambahkan terlalu banyak akan menurunkan arus difusi batas.

Pengaruh Oksigen

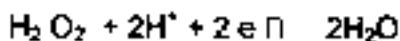
Oksigen yang terlarut dalam larutan yang dipolarografi mudah tereduksi pada ERT, yaitu pada tegangan ERT yang lebih negatif daripada -0,2 volt.

Air yang dijenuhkan dengan gas O₂, bila dipolarografi, akan menghasilkan dua gelombang.

Gelombang yang pertama disebabkan oleh terjadinya reduksi O₂ menjadi H₂O₂ (hidrogen peroksida)



Gelombang kedua disebabkan oleh tereduksinya H₂O₂ yang terjadi pada tegangan ERT yang lebih negatif.



Adanya kedua gelombang oksigen ini mengganggu pada penetapan secara teliti unsur-unsur lain.

Oleh karena itu, langkah perlama pada setiap percobaan polarografi adalah mengeluarkan oksigen dari larutan yang akan dianalisis. Hal ini dilakukan dengan mengalirkan gas N₂ yang inert ke dalam larutan selama beberapa menit, kemudian mengalirkan N₂ itu di atas permukaan larutan selama percobaan berlangsung.

Penggunaan Polarografi Untuk Analisis Kuantitatif

Dasar dari analisis kuantitatif secara polarografi adalah hubungan

$$i_d = k \cdot C \quad \dots \dots \dots (3)$$

Hubungan ini didasarkan pada persamaan Ilkovic.

Jadi persoalan pokok pada analisis kuantitatif adalah penetapan i_d.

Ada empat cara untuk menetapkan C berdasarkan persamaan (3) di atas, yaitu :

- Cara mutlak atau absolut
- Cara kurva kalibrasi
- Cara penambahan standar
- Cara standar dalam atau Cara ion – pandu.

Keterangan

a. Cara mutlak atau Absolut

Pada cara ini, konsentrasi zat C dapat dihitung dari nilai i_d berdasarkan persamaan Ilkovic (persamaan 1)

$$i_d = 607 n D^{1/2} C m^{2/3} t^{1/6}$$

asal n, D, m dan t diketahui.

m dan t dapat ditetapkan untuk kapiler tertentu, n biasanya diketahui tetapi D (koefisien difusi) zat yang dianalisis sering tidak diketahui.

Oleh karena itu, diusulkan untuk menyatukan faktor-faktor 607, n dan D menjadi satu tetapan I yang disebut tetapan arus difusi.

$$I = 607 n D^{1/2} = \frac{i_d}{C m^{2/3} t^{1/6}} ; \dots \dots \dots (4)$$

Tetapkan arus difusi i_1 dapat ditentukan untuk suatu zat tertentu, pada suhu tertentu dan dengan elektrolit pendukung tertentu, dengan mengukur secara teliti nilai i_2 pada konsentrasi C yang diketahui.

Selain itu harus ditekapkan dengan percobaan nilai m dan t untuk kapiler yang digunakan.

Ketelitian cara ini kurang daripada cara-cara b, c dan d yang berdasarkan perbandingan.

Keuntungan cara ini adalah cukup cepat, sebab hanya diperlukan 1 polarogram saja untuk suatu penetapan asal nilai i_1 , m dan t untuk kapiler yang digunakan telah diketahui.

b. Cara kurva kalibrasi

Dengan memperoleh polarogram dari beberapa larutan yang diketahui konsentrasi, maka arus difusi dapat dialurkan terhadap konsentrasi.

Setelah memperoleh kurva kalibrasi, maka konsentrasi suatu zat yang tidak diketahui konsentrasi dapat ditentukan.

Pada semua pembuatan polarogram menurut cara ini, harus diusahakan, agar kapiler yang digunakan tetap sama, demikian pula menetes dan suhu hanus sama.

c. Cara penambahan standar

Cara ini sebaiknya digunakan jika jumlah larutan yang dianalisis tidak banyak. Pada cara ini, hanya diperlukan dua polarogram, satu dari zat yang tidak diketahui konsentrasi dan satu lagi dari zat yang sama ditambah dengan zat yang diketahui konsentrasi.

Konsentrasi zat yang dicari dapat dihitung dari rumus :

$$C_x = \frac{i_1 \cdot V \cdot C_s}{i_1 \cdot V + (i_2 - i_1) V} \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

dimana :

C_x = Konsentrasi zat yang tidak diketahui

C_s = Konsentrasi larutan standar

i_1 = Arus difusi untuk zat yang dicari konsentrasi

i_2 = Arus difusi yang diperoleh setelah ke dalam larutan yang tidak diketahui konsentrasi ditambahkan larutan standar

- v = Volume larutan standar yang ditambahkan
- V = Volume larutan yang tidak diketahui konsentrasinya

PUSTAKA

- Bard, A.J., dan Faulkner, L.R., 1980, *Electrochemical Methods: Fundamental and Applications*, John Wiley and Sons, New York.
- Buchari, 1980, *Analisis Instrumental*, ITB, Bandung.
- Skoog, D.A., 1992, *Principles in Instrumental Analysis*, 3rd ed., Sounders College Publishing, Fort Worth.
- Tsauri, S., 1997, *Polarografi*, LIP1, Jakarta.
- Wang, J., 1985, *Stripping Analysis: Principle, Instrumentation and Applications*, VCH Publishers, Deerfield Beach.

Contoh tampilan materi dengan power point
Topik: Dasar-dasar Elektrometri

DASAR-DASAR ELECTROMETRI

Oleh

Dra. Miratul Khudorah, M.Si

Fakultas Kedinasan Universitas Airlangga

Zelarometri

- Teknik analisis untuk mencari secara eksplisit sifat-sifat suatu sistem teknologi yang berkaitan dengan aliran listrik, suatu isi sistem teknologi, pemutar dan sifat-sifatnya.

Prinsip yang digunakan dalam metode elektrometri: Michael Faraday

Hukum Faraday I

Jumlah pengalihan arus yang dihasilkan oleh aliran berlindung kurus dengan jumlah bentuk yang mengalihkan elektromagnetik

$$W = Q$$

Hukum Faraday II

Jumlah arus yang berbeda yang dihasilkan oleh jaringan elektrik yang sama berbanding lurus dengan besar aliran arus tersebut

$$W = n$$

Metode elektrometri dapat dibagi menjadi 2 bagian

1. Metode penurunan:
 - Digunakan hanya sedikit muatan listrik, bahkan hampir tidak ada.
 - Ikut mendukung kompas arusku.
- Metode ini dibagi menjadi 2 bagian:
 - Metode penurunan dalam sistem statischer
 - Metode penurunan dalam sistem dinamis

Metode penurunan dalam sistem statischer

1. Variabel berpengaruhnya adalah arus listrik, arah arus dan koncentrasi larutan sempur
2. Perintekan listrik bergerak pada konduktor dan
3. Terjadi perubahan potensial listrik pada konduktor dan voltmeter

Metode penurunan dalam sistem dinamis

1. Berdasarkan perintekan yang berjalan dan hasil halnya adalah statis
2. Arusku mengalih sifat yang sangat sensitif
3. Contoh : komputermagnet dan komputerpenemuan

2. Metode penurunan dalam sistem dinamis

1. Diterapkan pada perintekan jumlah listrik yang digunakan untuk menurunkan jumlah arusku pada sistem kurang
2. Metode ini nyaris, termasuk di dalamnya sistem konduktor dan perintekan yang sama membentuk

Sesiaga-sesiaga tembus-potong osmotik dengan simbol OTMF 008 MFT 444-0008

Metode-Agar Elektroda

A. Elektrode Standar (Elektrode Pengukur Potensial)

1. Elektrode standar primer → Elektrode Normal Hidrogen (ENH)

Normal Bar. Pt. $\text{H}_2(\text{Pd})/\text{H}^+(\text{Hg})$

$E = 0,000 \text{ volt}$

2. Elektrode standar kaligrafi
Cator. 044202 Kaligrafi

Rangsangan air:
 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$

Bentuk kaligrafi: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightarrow 4\text{OH}^-$

3. Elektrode penunjang

- a. Elektrode logam
 - * Elektrode logam ardo pertama
 - menggunakan elektroda logam
 - Cator. elektrode pertama tembus-potong Pt dan Cu
- * Elektrode logam ardo reduksi
 - Untuk menentukan aktivitas-ionon → membentuk kompleks atau kompleks yang kuat
- * Elektrode logam untuk sistem reduksi
 - Cator. Stannic white → ... von

4. Elektrode bersubsidi / elektrode tambahan

- * Elektrode bersubsidi pada:
 - Untuk menentukan aktivitas ion ... pH
 - Ada juga yang hanya berfungsi ion Na^+ , H^+ dan Li^+
- * Elektrode bermetabolik pada
 - Contoh ion yang ditentukan: Pr^+ , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} dan

* Resorbsi nernstianan atau
Conc. ion yang diukurkan K^+ , NO_3^- , CO_3^{2-} , OH^-
Isomilikan dengan ciri-ciri spesifik tersebut untuk mendekati dengan rasa
rasional. Untuk tidak valid

Potensial yang diperlukan untuk menentukan konstanta:

$$E = E' + \frac{2,3RT}{mF} \log \alpha$$

TCORR pH
Konsentrasi ion hidrogen dalam larutan merupakan ukuran sejauh mana
aktivitas woltri larutan

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-\text{pH}}$$

Hubungan dengan penambahan titrat

$$E = E' + \frac{2,3RT}{mF} \log \alpha$$

$$\Delta E = 0,059 \log [E'/E] = 0,059 \times \text{pH}$$

$$E = E' + 0,059 \text{pH}$$

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

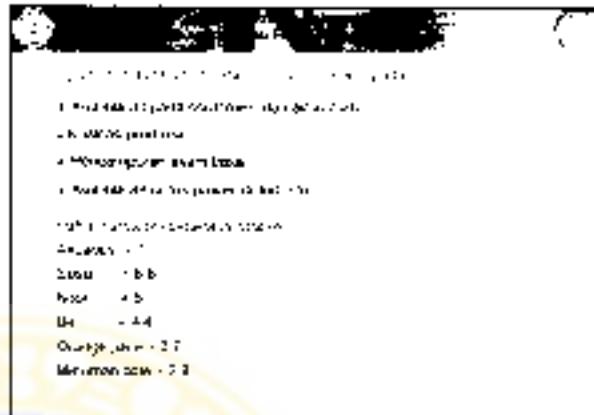
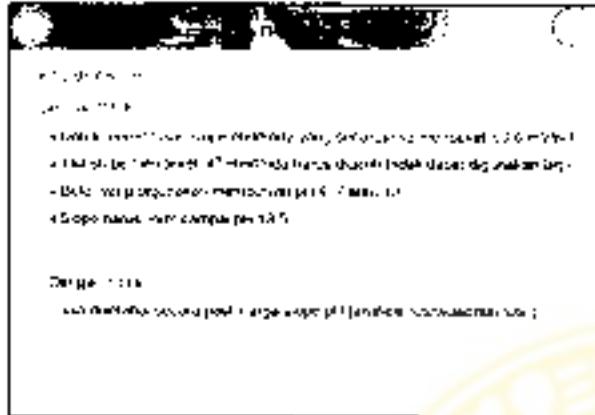
Bagaimana cara mengukur pH

✓ Pengukuran secara awalnya dengan menggunakan bantuan 2 elektrode yang dilengkapi potentiometer yang sama
✓ Sinyal dikirim ke pH meter yang disesuaikan dan ditulis bersama dengan nilai pH
✓ Penulisan hasil temuan

✓ Elektrode dapat terbuat dari gelas (puluhan cm) atau bahan plastik yang kuat tetapi tahan terhadap ion H^+
✓ Dilakukan sejajar pada pH dengan pulih dengan pH 7
✓ Larutan standar berbahan NaCl dilakukan pada pH standar yang juga terjaga bahwa otonomia
✓ Diperlukan elektrode pembanding

Peralatan pengukur pH

- ✓ Elektroda sensor pH
- ✓ Elektroda pembanding
- ✓ Sensor suhu (jika perlu)
- ✓ Kabel interkoneksi
- ✓ Tempat sampel
- ✓ pH meter
- ✓ Pre-amp



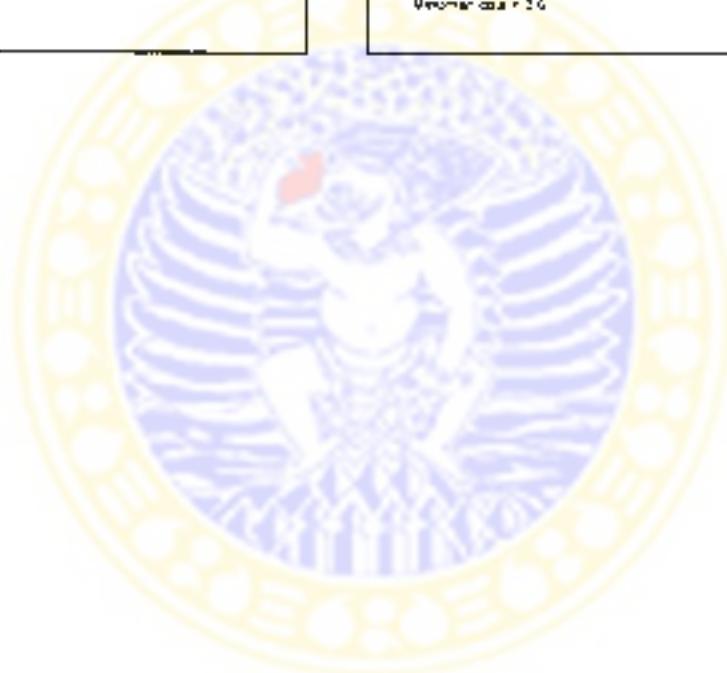
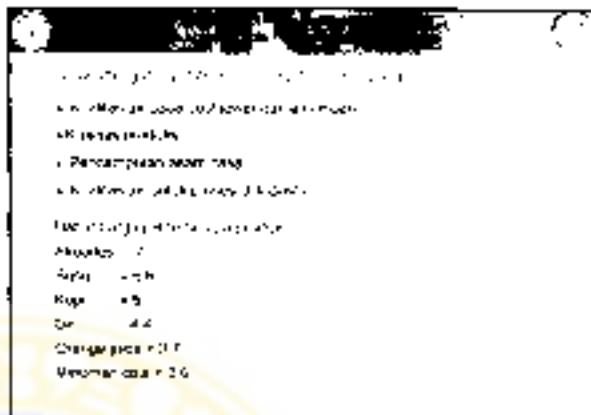
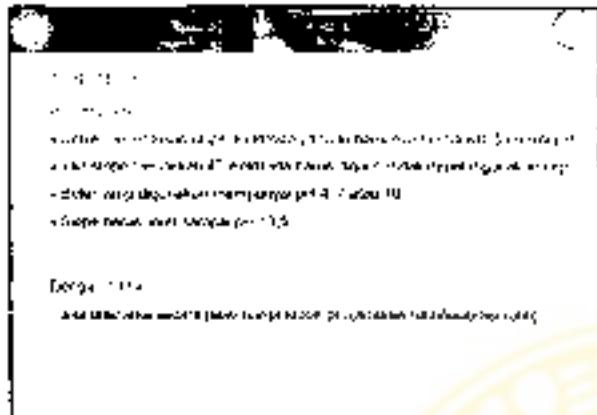


Foto-foto selama diskusi kelompok



Pengaturan tempat duduk model swing



Ketika diskusi tuntas selesai mahasiswa menggesek sosok tempat duduk



Karena terlalu serius berdiskusi sehingga menjelang akhir diskusi posisi tempat duduk menjadi melingkar. Ini menyalahi aturan lho