

Penentuan Kondisi Optimasi Transpor Ion Cu (II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah Secara Simultan Dengan Oksin Sebagai Pembawa

Refinel, Admin Alif, Rizki Octarini
Laboratorium Elektrokimia, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas

ABSTRACT

Determination of optimum condition and kinetic analysis Cu (II) ion transport by simultaneous bulk liquid membrane has been studied. Optimum condition for resource phase with Cu (II) ion concentration as $3,147 \times 10^{-4}$ M obtained at pH 3 receiving phase with H_2SO_4 concentration 0,15 M and transport time as long as 3 hours through chloroform membrane using oxine $17,5 \times 10^{-4}$ M as carrier. Transportation rate of Cu (II) ion decided by comparison changer-over rest concentration in resource phase R_s and transported to receiving phase R_p and then monitored by Atomic Adsorption Spectrophotometre (AAS). Kinetic of transport Cu (II) ion process by simultaneous bulk liquid membrane technique fulfil irreversible consecutive first order reaction with transport Cu (II) ion gave (k_1) value as $0,0442 \text{ minute}^{-1}$ and (k_2) $0,0372 \text{ minute}^{-1}$. Simultaneous bulk liquid membrane method can be the alternative method in the determination of optimum condition and kinetic analysis of metal ions transport.

Key words: *Cu (II) ion, kinetic, optimum, transport, liquid membrane, simultaneous*

PENDAHULUAN

Penggunaan membran cair merupakan suatu alternatif dari ekstraksi pelarut untuk pemisahan ion-ion logam. Membran ini mampu untuk memberikan seluruh fasilitas antarmukanya untuk tempat terjadinya proses transpor pada sistem pemisahan^[1]. Berbagai senyawa pembawa (*carrier*) yang ditambahkan ke dalam membran cair sebagai mediator untuk memacu proses transpor ion logam tersebut dalam pemisahan telah banyak diuji keakuratannya. Disini transport terjadi berdasarkan perbedaan difusi, karena adanya perbedaan kelarutan kompleks (ion- carrier) pada antarmuka, kompleksnya reversible antara senyawa pembawa dengan ion logam yang akan ditranspor^[2].

Percobaan penentuan optimasi transport ion logam dari fasa sumber ke fasa penerima secara simultan (serentak) pada metoda membran cair fasa ruah dilakukan dengan menggunakan sel membran yang terdiri dari sel fasa sumber dan beberapa sel fasa penerima dengan variasi pH tertentu atau sebaliknya. Keuntungan percobaan secara simultan ini adalah percobaan penentuan optimasi transport

ion logam dari fasa sumber ke fasa penerima dilakukan dalam satu langkah percobaan pada kondisi yang sama sehingga faktor kesalahan menjadi lebih kecil.

Kecepatan Proses Transpor Ion Cd(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah.

Secara teoritis perubahan perbandingan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa sumber (R_s), fasa membran (R_m), dan fasa penerima (R_p) memenuhi persamaan :

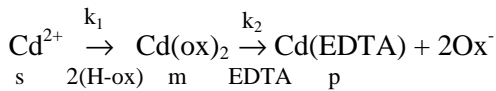
$$R_s + R_m + R_p = 1 \quad (1)$$

$$R_s = \frac{C_s}{C_{s_0}} \quad R_m = \frac{C_m}{C_{s_0}} \quad R_p = \frac{C_p}{C_{s_0}} \quad (2)$$

dengan : C_s = konsentrasi ion Cd(II) sisa dalam fasa sumber, C_{s_0} = konsentrasi ion Cd(II) awal dalam fasa sumber saat $t = 0$, C_m = konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa membran, dan C_p = konsentrasi ion Cd(II) yang ditranspor ke dalam fasa penerima.

Pada dasarnya, perubahan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa sumber (R_s) menurun secara eksponensial terhadap waktu transpor.

Selanjutnya untuk perubahan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa penerima (Rp) meningkat secara sigmoid sedangkan Rm berada dalam suatu keadaan maksimum pada titik tertentu. Hasil ini cenderung menunjukkan bahwa transpor ion Cd(II) mengikuti hukum kinetik reaksi konsekutif irreversibel orde satu berdasarkan skema kinetik.



dengan s, m, dan p adalah ion Cd(II) dalam fasa sumber, fasa membran, dan fasa penerima. Skema kinetik dapat dijelaskan dengan persamaan :

$$\frac{dR_s}{dt} = -k_1 R_s = J_s \tag{3}$$

$$\frac{dR_p}{dt} = k_2 R_m = J_p \tag{4}$$

$$\frac{dR_m}{dt} = k_1 R_s - k_2 R_m \tag{5}$$

dengan J adalah kecepatan pengaliran (fluks) dan k₁ dan k₂ adalah konstanta kecepatan orde satu yang masuk ke dalam membran dan keluar dari membran. Bila k₁ ≠ k₂, hasil integrasi persamaan di atas adalah :

$$R_s = \exp(-k_1.t) \tag{6}$$

$$R_p = 1 - \frac{1}{k_2 - k_1} [k_2 \exp(-k_1.t) - k_1 \exp(-k_2.t)] \tag{7}$$

$$R_m = \frac{k_1}{k_2 - k_1} [\exp(-k_1.t) - \exp(-k_2.t)] \tag{8}$$

Dapat dilihat bahwa R_s vs t menghasilkan kurva penurunan eksponensial dimana variasi waktu antara R_m dan R_p adalah bi-eksponensial dan bukan merupakan kurva linear³.

METODOLOGI

Bahan kimia digunakan

Bahan yang digunakan mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi yaitu : CuCl₂.H₂O, H₂SO₄, kloroform, oksin. Bahan kimia yang lainnya adalah ammonium hidroksida, asam

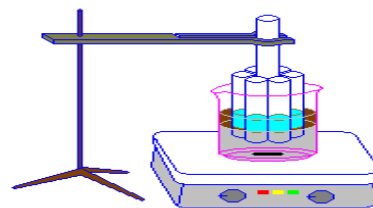
asetat, asam klorida, asam nitrat, buffer asetat, buffer ammonium klorida dan akuades.

Alat-alat yang digunakan

pH meter (Hanna Instrumenta), Spektrofotometer Serapan Atom (Model ALFA-4 London Inggris), Sanwa digital tachometer (Model/SE-100) untuk mengukur kecepatan pengadukan, sel membran cair fasa ruah, stop wach. Magnetic stirrer, neraca analitik Aisworth dan peralatan gelas lainnya.

Metode

Ke dalam beker gelas 500 mL (diameter dalam 8,85 Cm) dimasukan 150 mL kloroform yang mengandung oksin 17,5 x 10⁻⁴ M dan dicelupkan 7 tabung kaca selindris dengan diameter dalam yang sama (2,05 Cm) dan simetri yang memisahkan dua fasa larutan yaitu fasa sumber dan fasa penerima seperti Gambar 1^[4].



Gambar 1. Model reaktor transpor ion logam melalui membran cair fasa ruah secara simultan

Proses transport dapat dilakukan dengan dua metode berbeda. Metode pertama digunakan untuk variasi pH fasa sumber dan waktu traspor yaitu dimasukan 5 mL ion Cu(II) 17,5 x 10⁻⁴M sebagai fasa sumber pada ke 6 tabung silinder dengan pH yang bervariasi dan fasa penerima berisi 35 mL H₂SO₄ 0,15 M di sekeliling tabung silinder di atas fasa membran.

Metode ke dua yang dapat digunakan untuk penentuan variasi konsentrasi H₂SO₄ fasa penerima dan waktu transport yaitu dimasukan 35 mL fasa sumber ion Cu(II) pada pH optimum disekeliling 7 tabung silinder di atas fasa membran dan fasa penerima berisi 5 mL

H_2SO_4 dalam ke 6 tabung silinder dengan konsentrasi bervariasi.

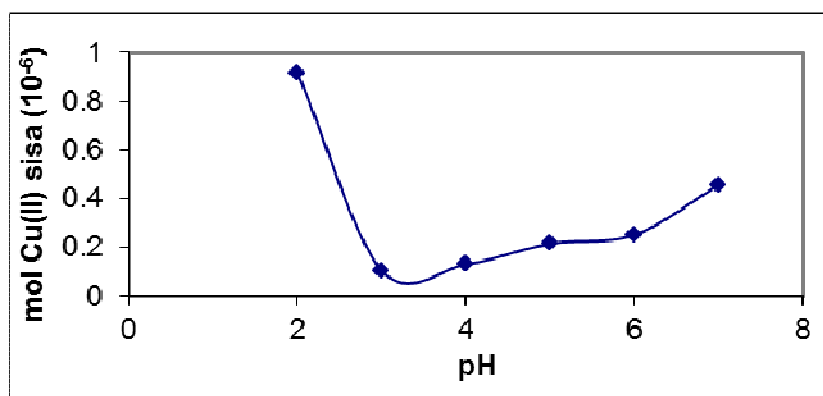
Teknik operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetic stirrer pada kecepatan 340 rpm selama beberapa waktu tertentu. Setelah didiamkan selama 15 menit, fasa sumber dan fasa penerima diukur konsentrasi ion Cu(II) yang terkandung didalamnya dengan spektrofotometer serapan atom (SSA).

HASIL DAN DISKUSI

Penentuan pH Optimum Fasa Sumber

Penentuan pH optimum fasa sumber dalam proses transport ion Cu(II) dipelajari dengan tujuan untuk melihat pengaruh variasi pH fasa sumber terhadap transport ion Cu(II) ke fasa membran dalam waktu yang bersamaan.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa pH optimum transport ion Cu(II) adalah pada pH 3 yang di tandai paling kecilnya jumlah ion Cu(II) yang tersisa di fasa sumber. Berdasarkan literatur diketahui bahwa ion Cu(II) dapat terekstraksi dengan oksin dalam kloroform pada rentang pH 2,8-12 yang menghasilkan kompleks Cu-oksinat yang berwarna kuning^[5]. Pada pH kecil dari 3 jumlah ion H^+ semakin banyak di fasa sumber akan mengakibatkan kompleks Cu(II)-oksinat tidak stabil sehingga ion Cu(II) terperangkap di fasa sumber, sedangkan jika pH besar dari 3 Cu(II) membentuk kompleks dengan ammonia yang dapat menghalangi terbentuknya kompleks Cu(oksina)₂. Hal ini juga menyebabkan jumlah ion Cu(II) besar tersisa di fasa sumber.



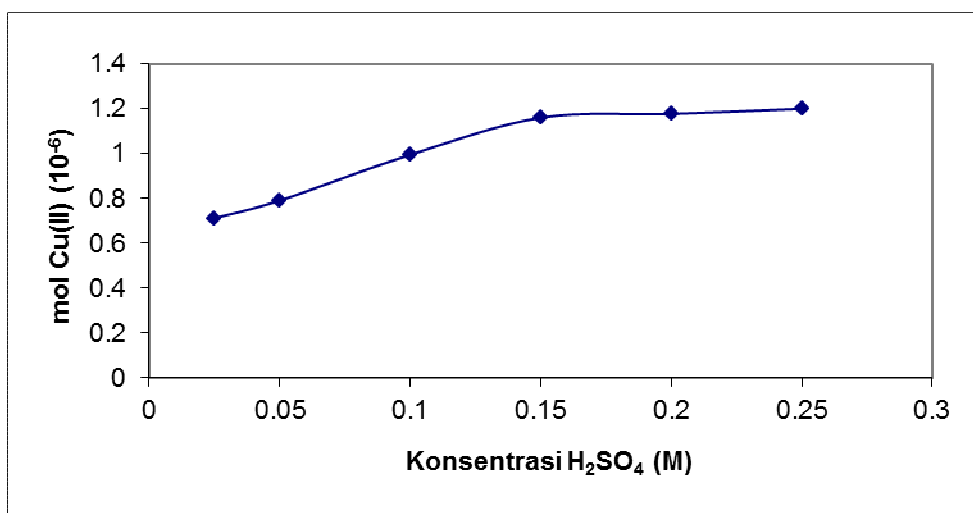
Gambar 2. Pengaruh pH fasa sumber terhadap jumlah ion Cu (II) yang tersisa di fasa sumber.

Kondisi Percobaan : fasa sumber di dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL ion Cu(II) $3,147 \times 10^{-4}$ M dengan variasi pH 2, 3, 4, 5, 6 dan 7, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, fasa penerima 35 mL H_2SO_4 0,15 M, waktu kesetimbangan 15 menit.

Penentuan Konsentrasi Optimum Asam Sulfat Dalam Fasa Penerima

Pada penelitian ini digunakan asam sulfat sebagai fasa penerima dan sumber ion hidrogen. Hal ini didasarkan pada penelitian sebelumnya didapatkan hasil bahwa asam sulfat adalah media penerima yang baik dibandingkan HCl, HNO_3 , dan EDTA untuk transport ion Cu (II) melalui membran cair fasa ruah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat yang digunakan maka semakin besar gradient konsentrasi ion hidrogen yang terjadi pada antarmuka fasa membran dengan fasa penerima. Hal ini proses dekompleksasi Cu(oksina)₂ akan mudah terjadi, maka ion Cu (II) tersebut akan cepat berdifusi ke dalam fasa penerima, mencapai optimum pada H_2SO_4 0,15, ini ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap mol Cu(II) dalam fasa penerima.

Kondisi Percobaan : fasa sumber 35 mL ion Cu(II) $3,147 \times 10^{-4}$ M pH 3, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, fasa penerima dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL H₂SO₄ dengan konsentrasi 0,025; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 dan 0,25 M, waktu kesetimbangan 15 menit.

Penentuan Waktu Transpor Optimum

Penentuan pengaruh waktu terhadap jumlah persentase transport ion Cu (II) melalui teknik membran cair fasa ruah secara simultan dilakukan dengan dua metoda percobaan berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 4a dan 4b. Pada kondisi optimum transport yaitu fasa sumber ion Cu (II) $3,147 \times 10^{-4}$ M dengan pH 3 dan fasa penerima H₂SO₄ 0,15 M, terlihat bahwa persentase Cu(II) yang tersisa di fasa sumber menjadi semakin kecil dan yang tertransport ke fasa penerima semakin meningkat mencapai optimum setelah 3 jam. Persentase ion Cu(II) sekitar 97,05% (metode simultan 1) dan 96,69 % (metode simultan 2).

Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah metode safavi didapatkan waktu transport optimum ion Cu (II) adalah 6 jam dengan persen transport 97,3 %⁵. Sehingga dapat diasumsikan bahwa sistem membran cair fasa ruah secara simultan dapat mempersingkat waktu transport ion Cu (II) dari fasa sumber ke fasa penerima. Hal ini disebabkan karena luas permukaan pada antarmuka fasa sumber dengan fasa membran serta fasa penerima yang

semakin besar sehingga kecepatan transport antarfasa semakin meningkat.

Kecepatan Proses Transpor Ion Cd(II) dari Fasa Sumber ke Fasa Penerima.

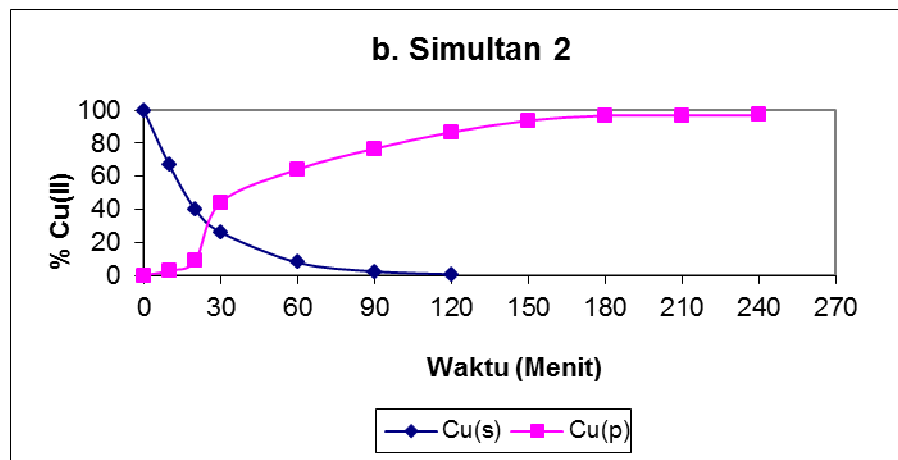
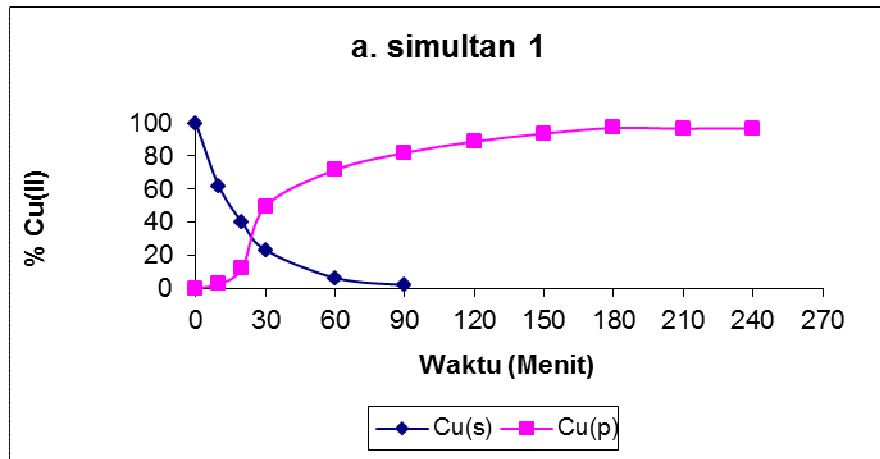
Percobaan pengaruh variasi waktu transpor terhadap perubahan perbandingan konsentrasi ion Cu(II) sisa di fasa sumber dan yang tertransport ke fasa penerima dapat memonitor setiap saat proses transpor ion Cu(II) melalui teknik membran cair fasa ruah secara simultan.

Berdasarkan Gambar 5a dan 5b, dapat dilihat bahwa perubahan konsentrasi ion Cu(II) dalam fasa sumber (R_s) menurun secara eksponensial terhadap variasi waktu transpor dan kemudian mencapai kesetimbangan dengan perubahan konsentrasi yang bertambah lambat dengan bertambahnya waktu.

Untuk perubahan konsentrasi ion Cu(II) dalam fasa penerima (R_p) meningkat secara sigmoid terhadap waktu transpor. Dalam hal ini diasumsikan bahwa sistem transpor ion Cu(II) dari fasa sumber ke fasa penerima merupakan reaksi konsekutif irreversibel orde satu. Secara perhitungan untuk kedua metoda R_m mempunyai puncak maksimum pada menit ke-

.20 walaupun tidak tampak terlalu jelas. Dimana k_1 adalah konstanta kecepatan tranpor ion Cu(II) masuk ke fasa membran dan k_2 adalah konstanta kecepatan tranpor ion Cu(II) keluar dari fasa membran. Nilai $k_1 = 0,0442/\text{menit}$ dan $k_2 = 0,0372/\text{menit}$ telah dihitung dengan menggunakan persamaan (6), (7), dan (8) memenuhi reaksi orde satu. Dari data kedua metoda percobaan yang dilakukan,

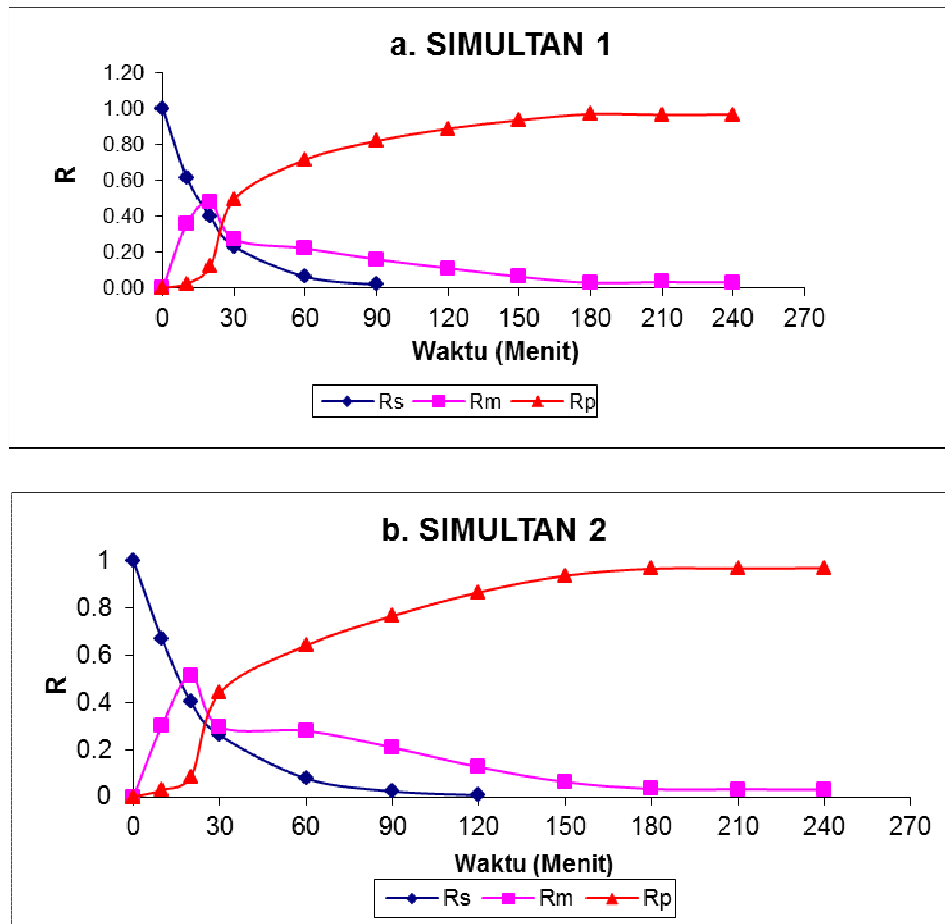
terlihat bahwa perhitungan nilai konstanta kecepatan tranpor masuk ke membran k_1 adalah relatif lebih besar daripada nilai konstanta kecepatan tranpor keluar dari membran k_2 . Hasil yang diperoleh ini tidak jauh berbeda dengan metode membran cair fasa ruah yang tidak simultan yaitu $k_1 = 0,0454/\text{menit}$ dan $k_2 = 0,0364/\text{menit}$ [6].



Gambar 4a dan 4b. Pengaruh waktu terhadap % tranpor ion Cu(II) ke fasa penerima (■) dan % ion Cu(II) sisa di fasa sumber (◆) (metode simultan 1) dan (metode simultan 2).

Kondisi Percobaan : Metode simultan 1.Fasa sumber dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL ion Cu(II) $3,147 \times 10^{-4}$ M pH 3, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, fasa penerima 35 mL H₂SO₄ 0,15 M..

Metode simultan 2.Fasa sumber 35 mL ion Cu(II) $3,147 \times 10^{-4}$ M pH 3, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, fasa penerima dalam ke 6 silinder masing-masing 5 mL H₂SO₄ 0,15 M .



Gambar 5a dan 5b.Perubahan perbandingan konsentrasi ion Cu(II) dalam fasa sumber (Rs), fasa membran (Rm), dan fasa penerima (Rp) terhadap waktu (metode simultan 1) dan (metode simultan 2)

Kondisi Percobaan : Metode simultan 1 : fasa sumber dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL ion Cu(II) $3,147 \times 10^{-4}$ M pH 3, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, fasa penerima 35 mL H₂SO₄ 0,15 M, waktu kesetimbangan 5 menit.

Metode simultan 2: fasa sumber 35 mL ion Cu(II) $3,147 \times 10^{-4}$ M pH 3, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, fasa penerima dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL H₂SO₄ 0,15 M, waktu kesetimbangan 5 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa transport ion Cu(II) melalui teknik membran cair fasa ruah secara simultan dengan oksin sebagai pembawa mempunyai kondisi optimum sebagai berikut : pH fasa sumber adalah 3 dan fasa penerima adalah asam sulfat dengan konsentrasi 0,15 M. Kinetika proses transport pada metode simultan memenuhi

hukum kinetika reaksi konsekutif irreversibel orde satu. Nilai konstanta kecepatan transport masuk membran k_1 0,0442 menit⁻¹ dan konstanta ke luar membran k_2 0,0372 menit⁻¹. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai yang didapat pada penelitian sebelumnya. Metoda membran cair fasa ruah secara simultan dapat dijadikan alternatif dalam penentuan kondisi optimum transport ion logam dan kinetika transport ion tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Parham, H., and Shamsipur, M. Selective Membrane Transport of Pb^{2+} Ion By A Cooperative Carrier composed of 18-Crown-6, Tetrabutylammonium Iodide and Palmitic Acid. *J.Membr.Sci.* 95: 21-27 (1994).
2. Mulder, M. *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. Pp.244-259.(1991) .
3. Coelho, I.M, Crespo, J.P.S.G, Carrondo, M.J.T, Kinetics of Liquid Membrane Extraction in System With Variable Distribution Coefficient. *J.Memb.Sci.* 127 : 141-152 (1997).
4. Refinel “, Penentuan Kondisi Optimum Transpor Ion Cd(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah secara Simultan dengan Oksin sebagai pembawa “, Proseding Semirata, FMIPA – Unri Pekanbaru, (2010).
5. Olly N.T. Interphase Molecular Transport of Cu(II) Through Bulk Liquid Membrane by Using Oxine As Zat pembawa. Poster In Internasional Meeting on 21st Century From Modern Chemistry To Industries And Environment, (2000).
6. Refinel, Zaharismi dan Olly, “Kinetika Transpor Cu(II) oleh zat pembawa Oksin dengan dan tanpa asam Oleat melalui membran cair fasa ruah”, *Jurnal Riset Kimia* (2),2, hal 127-131, (2009).