

# OPTIMALISASI TRANSPOR Zn(II) DENGAN ZAT PEMBAWA DITIZON MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Olly Norita Tetra<sup>1</sup>, Zaharasm K, dan Eka Kurniawaty

1 Laboratorium Elektro/Fotokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas

## ABSTRACT

Zn(II) transport from the source phase into the feed phase had been researched by using dithizone as carrier through bulk liquid membrane. Ion transport are started by adding 6 ml source phase that consist of Zn(II), 12 ml receiver phase that consist of Na<sub>2</sub>EDTA and 20 ml membrane phase that consist of dithizone as carrier. The experiment operation technic was assisted by magnetic stirrer mixing at 340 rpm speed within 15 minutes equilibrium time. The measurement was done to both of source phase and receiver phase by using atomic absorption specktrophotometer at max 213.9 nm until Zn(II) was transported to receiver phase and residu in source phase was gathered. The research result that optimum condition to transport 3,06 x 10<sup>-4</sup> M Zn(II) was at pH 8,5 of source phase, 1,75 x 10<sup>-5</sup> M dithizone concentrate at membrane phase, 0,06 M EDTA concentrate at pH 6 in receiver phase and 3 hours transport time with Zn(II) percentage which was transported to receiver phase 93% and residu in source phase do not detect.

**Keywords :** transport Zn(II), bulk liquid membrane, dithizone

## PENDAHULUAN

Zink merupakan salah satu logam yang berperan dalam proses lingkungan, medis, biologi dan dalam tubuh manusia. Meningkatnya penggunaan zink dalam industri dan aktivitas manusia akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.<sup>1,2</sup> Sebagian laporan studi dalam literatur membicarakan tentang kemungkinan penggunaan teknologi membran cair sebagai pilihan yang handal untuk perlakuan limbah, kontaminasi lingkungan dan rekoveri logam dari larutan sisa yang disebabkan oleh aktivitas manusia ataupun industri.<sup>3</sup>

Teknik membran cair fasa ruah dengan menggunakan zat pembawa merupakan terobosan baru dalam teknik pemisahan. Teknologi ini

mengkombinasikan ekstraksi pelarut dan proses stripping dalam suatu perpaduan yang sangat menarik dalam perlakuan pada larutan yang konsentrasi logamnya rendah. Keselektifan dan keefektifan metoda ini dapat diperoleh dengan menambahkan zat aditif yang cocok sebagai mediator dan pengaturan kondisi operasi yang tepat saat pemakaian transpor sehingga tidak terjadi reaksi balik.<sup>4,5</sup>

Ditizon(diphenylthiokarbazon) merupakan pengompleks yang sangat efektif dan larut dalam kloroform. Ditizon juga sudah pernah dipakai untuk penentuan Zn(II) melalui proses ekstraksi kembali. Sistem ini kurang praktis karena melalui ekstraksi yang berulang-ulang sehingga memerlukan waktu yang lama.<sup>1,6</sup> Untuk itu dicoba merakit kembali sistem ekstraksi ini kedalam teknik membran cair fasa ruah, kenyataan menunjukkan bahwa ditizon memiliki selektifitas rendah namun sangat sensitif.<sup>7,8,9</sup>

Pemilihan zat pembawa dan penambahan zat-zat aditif lain seperti surfaktan telah pernah diuji dalam teknik membran cair fasa ruah, diantaranya untuk transpor ion Cu(II) menggunakan zat aditif asam oleat, sodium dodecil sulfat, dan penelitian lebih lanjut terhadap kinetika transpor Cu(II) melalui teknik membran cair fasa ruah juga telah dilakukan dan memberikan hasil transpor mencapai 97%.<sup>10,11,12,13</sup> Reagen pembawa tersebut dalam rute komersil selain mahal, sintesisnya rumit dan susah mendapatkannya. Sedangkan ditizon berdasarkan sifat fisika dan kimianya seperti yang telah diterangkan diatas, harganya relatif murah, senyawa ini mudah didapatkan dan mempunyai reaksi spesifik terhadap ion tertentu, misalnya Zn(II).<sup>14</sup>

Penelitian proses transpor Zn(II) untuk teknik pemisahan dan pemurnian melalui teknik membran cair fasa ruah telah pernah dilakukan dengan menggunakan oksin

sebagai zat pembawa. Namun penelitian ini memperlihatkan bahwa oksin pada pH rendah terdistribusi ke luar membran sehingga perlunya dilakukan modifikasi terhadap membran dengan penambahan zat aditif lain untuk mengurangi kebocoran oksin tersebut.<sup>4,7,12,14</sup> Oleh sebab itu pada penelitian ini dicoba menggunakan ditizon sebagai zat pembawa karena ditizon merupakan pengompleks yang baik untuk Zn(II) sehingga merupakan hal yang menarik untuk meneliti keefektifannya dalam mentranspor Zn(II) antarfasa melalui teknik membran cair fasa ruah dan diharapkan menjadi zat pembawa alternatif selain oksin. Dengan mengatur kembali teknis operasi difusi dan proses kestabilan kompleks antarfasa (fasa sumber-fasa membran dan fasa membran-fasa penerima), kondisi optimum transport Zn(II) dapat ditentukan tanpa harus terjadi reaksi balik<sup>2</sup>.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemakaian teknik membran cair fasa ruah dalam mentranspor Zn(II) dengan menggunakan ditizon sebagai zat pembawa dan menentukan kondisi optimum transport Zn(II) dari fasa donor ke fasa membran dan dari fasa membran ke fasa penerima sehingga nantinya didapatkan efektifitas transport Zn(II) yang bisa diaplikasikan dalam teknik pemisahan dan pemurnian Zn(II).

## **METODOLOGI**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer Serapan Atom model ALFA-4 (London Inggris), pH meter 420A, Neraca Analitik Ainsworth, sel membran cair fasa ruah, magnetik stirer, dan peralatan gelas.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kloroform p.a, ditizon ( $C_{13}H_{12}N_4S$ ), seng asetat  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Na_2EDTA$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ ,  $NH_4OH$ ,  $NaOH$ , asam borak, asam asetat, Na-asetat, dan akuadesdillata.

## **Prosedur**

### ***Pembuatan Larutan Fasa Sumber***

Ditimbang sejumlah 0,839 gram  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  ( $M_r = 219,37$  g/mol) dan dilarutkan dalam  $HCl$  0,01 M sampai volumenya 500 ml. Larutan yang diperoleh adalah larutan  $Zn(II)$   $76,48 \times 10^{-4}$  M (500 ppm). Diambil sebanyak 2 ml, kemudian ditambahkan  $NH_4OH$  0,01 M untuk menaikkan pH dan tambahkan larutan buffer boraks untuk mengatur pH, larutan diencerkan dengan akuades ke dalam labu ukur 50 ml sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan  $Zn(II)$   $3,15 \times 10^{-4}$  M (20 ppm).

### ***Pembuatan Larutan Fasa Membran***

Ditimbang sejumlah 0,224 gram ditizon ( $M_r = 256$  g/mol) dan dilarutkan dengan kloroform sampai volumenya 500 ml. Larutan membran yang diperoleh berupa ditizon  $17,5 \times 10^{-4}$  M dalam kloroform.

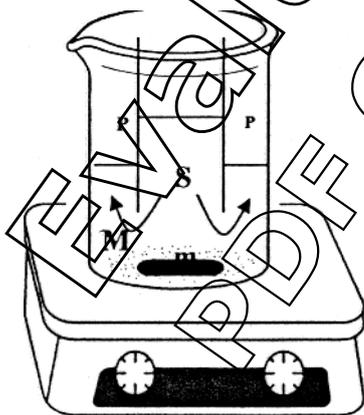
### ***Pembuatan Larutan Fasa Penerima***

Diambil sebanyak 1,8612 gram  $Na_2EDTA$  ( $M_r = 372,24$  g/mol) dan dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 100 ml. Larutan Fasa penerima yang diperoleh berupa EDTA dengan konsentrasi 0,05 M. Untuk menaikkan pH EDTA selama percobaan dilakukan dengan penambahan  $NaOH$  0,01 M dan  $NH_4OH$  0,01 M,

kemudian ditambahkan larutan buffer asetat untuk mengatur pH dan diencerkan sampai tanda batas dengan akuades.

### **Pengukuran Transpor Zn(II) dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah**

Proses transpor dilakukan dengan Metoda Savafi (Gambar 2).<sup>16</sup> Ke dalam beker gelas 50 ml (diameter dalam 3,66 cm) dimasukkan 20 ml kloroform yang mengandung ditizon  $17,5 \times 10^{-4}$  M sebagai fasa membran. Kemudian ke dalam larutan fasa membran ini dicelupkan sebuah tabung kaca silindris (diameter dalam 2,17 cm) dan dipipetkan 6 ml larutan fasa sumber berupa larutan Zn(II) 20 ppm, dengan pH tertentu. Di luar tabung gelas dimasukan 12 ml fasa penerima  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0,05 M dengan pH tertentu. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirer dimana batang magnetnya dilapisi Teflon (20 x 7 mm) pada kecepatan 340 rpm selama 1 jam. Kemudian didiamkan 15 menit, fasa penerima dan fasa sumber diambil untuk diukur jumlah konsentrasi Zn(II) yang terkandung didalamnya dengan spektrofotometer serapan atom.



Gambar 2. Model reaktor transpor Zn(II) melalui teknik membran cair fasa ruah

## Penentuan Kondisi Optimum Transpor Zn(II)

Penentuan kondisi optimum transpor Zn(II) dilakukan seperti percobaan diatas dengan berbagai variasi percobaan yaitu :

1. Variasi fasa sumber
2. Variasi konsentrasi ditizon dalam kloroform
3. Variasi konsentrasi EDTA dalam fasa penerima
4. Variasi pH dalam fasa penerima
5. Variasi waktu transpor

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pengaruh pH Fasa Sumber*

Pengaturan pH fasa sumber mempengaruhi interaksi Zn(II) dengan ditizon diantar muka fasa sumber dengan fasa membran dalam membentuk kompleks Zn-ditizon, dimana ditizon dapat mengekstraksi Zn(II) pada pH 3,0-10,6<sup>4</sup>. Gambar 1 menunjukkan bahwa pH 8,5 merupakan pH optimum pembentukan kompleks Zn(II) dengan ditizon didalam fasa membran.

Pada pH kecil dari 8,5 kompleks yang terjadi antara Zn(II) dengan ditizon belum stabil sehingga jumlah Zn (II) yang tertranspor belum maksimum. Pada pH yang lebih tinggi dari 8,5 persentase transpor Zn(II) ke fasa penerima terjadi penurunan karena kompleks Zn (II) dengan ditizon yang terbentuk sangat stabil sehingga Zn(II) terperangkap dalam fasa membran.

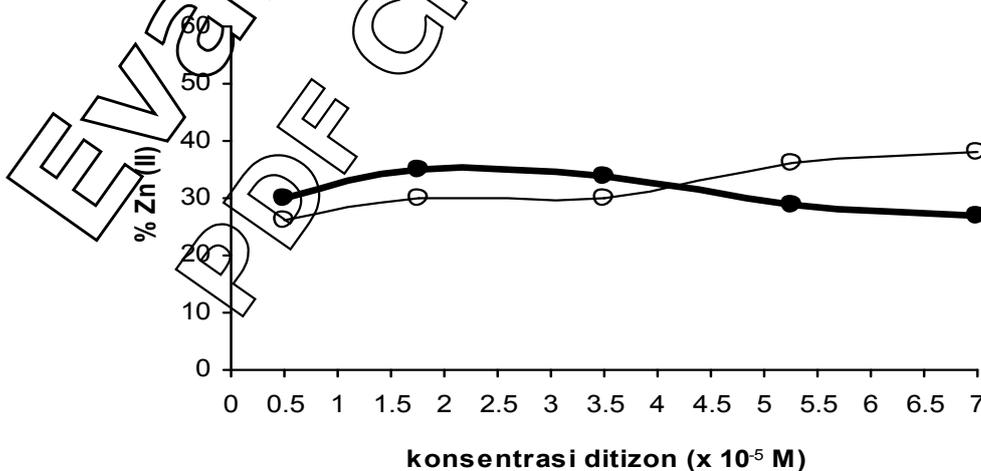
**Gambar 1.** Pengaruh pH fasa sumber terhadap persentase transpor Zn(II) ke fasa penerima (-●-) dan sisa Zn(II) dalam fasa sumber (-○-).

**Kondisi Percobaan** : Fasa Sumber 6 ml Zn(II)  $3,06 \times 10^{-4}$  M dengan variasi pH, fasa membran 20 ml kloroform yang mengandung ditizon  $1,75 \times 10^{-5}$  M, fasa penerima 12 ml Na<sub>2</sub>EDTA 0,05 M pH 5, waktu transpor 1 jam, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

### ***Pengaruh Konsentrasi Ditizon dalam Fasa Membran***

Menurut Molina (1997), prinsip dasar terjadinya transpor ion melalui membran menggunakan zat pembawa adalah berdasarkan proses pembentukan kompleks tidak bermuatan antara zat pembawa dengan ion logam. Kompleks tersebut harus reversibel sehingga mampu berdifusi melewati membran dan mudah terdekompleksasi pada antar muka membran dengan fasa penerima.

Berdasarkan pada gambar 2, konsentrasi optimum ditizon untuk proses transpor Zn(II) ke fasa penerima adalah  $1,75 \times 10^{-5}$  M dengan persentase transpor 35%. Konsentrasi ditizon yang cukup tinggi menyebabkan kompleks Zn-ditizon sangat stabil di dalam fasa membran akibatnya proses dekompleksasi sukar terjadi diantar muka fasa membran dan fasa penerima. Hasil yang diperoleh menyebabkan persentase transpor Zn(II) ke fasa penerima menjadi sedikit turun.



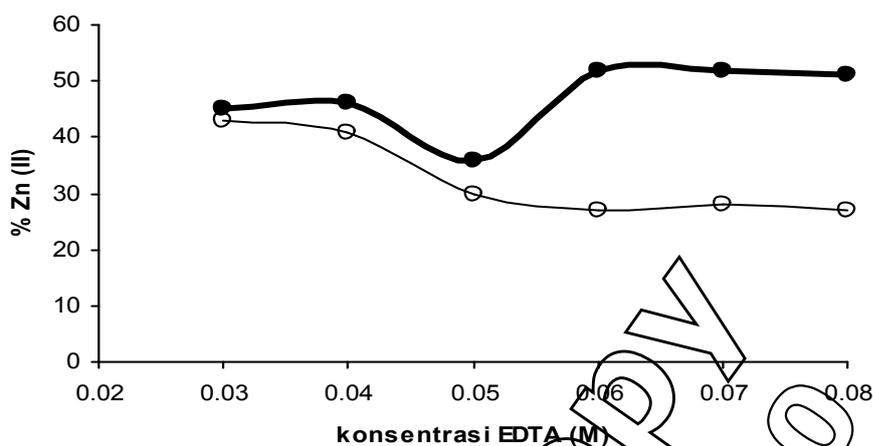
**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi ditizon dalam fasa membran terhadap persentase transpor Zn(II) ke fasa penerima (-●-) dan sisa Zn(II) dalam fasa sumber (-○-).

**Kondisi Percobaan :** Fasa Sumber 6 ml Zn(II)  $3,06 \times 10^{-4}$  M pada pH 8,5 dan fasa membran 20 ml kloroform yang mengandung ditizon dengan variasi konsentrasi, fasa penerima 12 ml Na<sub>2</sub>EDTA 0,05 M pH 5, waktu transpor 1 jam, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

#### ***Pengaruh Konsentrasi Na<sub>2</sub>EDTA Fasa Penerima***

Dekompleksasi Zn-ditizon diantar muka fasa membran dan fasa penerima akan dipengaruhi oleh kestabilan pembentukan kompleks Zn(II) dengan Na<sub>2</sub>EDTA dalam fasa penerima. Kompleks yang terbentuk di fasa penerima harus lebih stabil dibandingkan dengan kompleks yang terbentuk di fasa membran agar terjadi transpor satu arah<sup>14</sup>.

Meningkatnya konsentrasi Na<sub>2</sub>EDTA dari 0,03 M s/d 0,08 M maka transpor Zn(II) naik secara simultan mencapai 52 %. Tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 0,06 M transpor Zn(II) dapat dinyatakan konstan, hal ini disebabkan karena pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 0,06 M Na<sub>2</sub>EDTA kompleks Zn-EDTA yang terbentuk sudah stabil sehingga tidak terjadi lagi perubahan transpor Zn(II) ke fasa penerima.

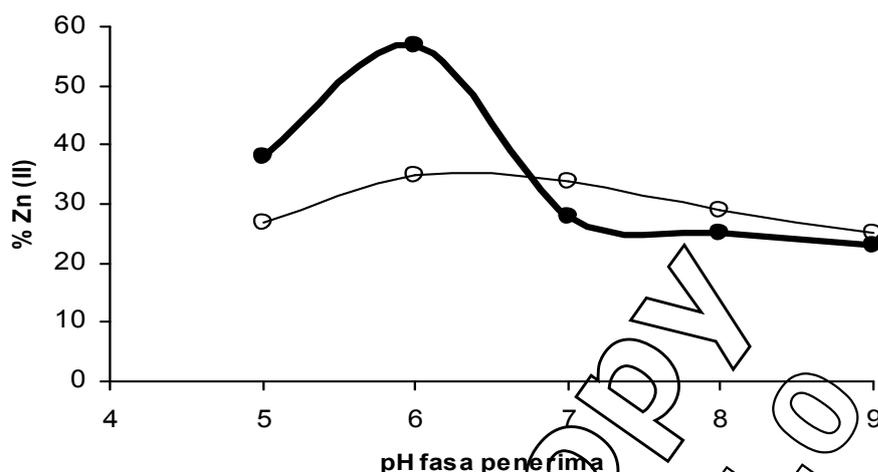


**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  fasa penerima terhadap persentase transpor  $\text{Zn}(\text{II})$  ke fasa penerima (●-) dan sisa  $\text{Zn}(\text{II})$  dalam fasa sumber (-○-).

**Kondisi Percobaan :** Fasa Sumber 6 ml  $\text{Zn}(\text{II})$   $3,06 \times 10^{-4}$  M pada pH 8,5 dan fasa membran 20 ml kloroform yang mengandung ditizon  $1,75 \times 10^{-5}$  M, fasa penerima 12 ml  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0,05 M pH 5, waktu transpor 1 jam, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

#### ***Pengaruh pH $\text{Na}_2\text{EDTA}$ Fasa Penerima***

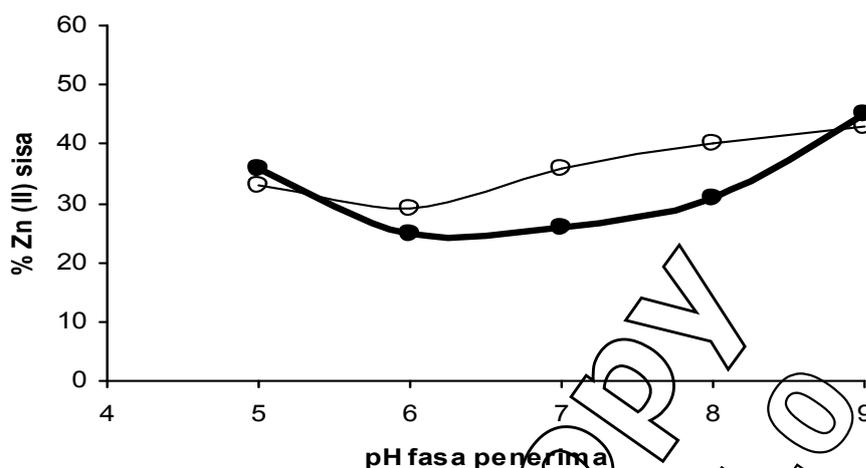
Pada variasi ini, untuk menaikkan pH fasa penerima  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  adalah  $\text{NaOH}$  0,01 M dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,01 M. Dari Gambar 4. a, pada pH kecil dari 5 persentase  $\text{Zn}(\text{II})$  yang ditranspor ke fasa penerima rendah karena  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  sedikit larut pada pH rendah sehingga interaksinya dengan  $\text{Zn}(\text{II})$  juga sedikit, sedangkan pada pH diatas 7 terjadi penurunan kembali transpor  $\text{Zn}(\text{II})$  ke fasa penerima, karena terjadi kompetisi terbentuknya kompleks  $\text{Zn-EDTA}$  dengan  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ . Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan  $\text{NaOH}$  untuk menaikkan pH lebih meningkatkan persentase transpor  $\text{Zn}(\text{II})$  ke fasa penerima daripada dengan penggunaan  $\text{NH}_4\text{OH}$ .



**Gambar 4 a.** Pengaruh pH fasa penerima terhadap persentase transpor Zn(II) ke fasa penerima menaikkan pH menggunakan NaOH 0,01 M (-●-), dan menggunakan NH<sub>4</sub>OH 0,01 M (-o-).

**Kondisi Percobaan :** Fasa Sumber 6 ml Zn(II)  $3,06 \times 10^{-4}$  M pada pH 8,5 dan fasa membran 20 ml kloroform yang mengandung ditizon  $1,75 \times 10^{-5}$  M, fasa penerima 12 ml Na<sub>2</sub>EDTA 0,06 M pada variasi pH , waktu transpor 1 jam, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Pengaruh pH fasa penerima juga mempengaruhi jumlah Zn(II) yang tersisa dalam fasa sumber (Gambar 4b). Seiring dengan meningkatnya Zn(II) yang ditranspor ke fasa penerima maka jumlah Zn(II) yang tersisa dalam fasa sumber juga berkurang. Hal ini juga menunjukkan bahwa kontinuitas sistem transpor berjalan dengan baik.

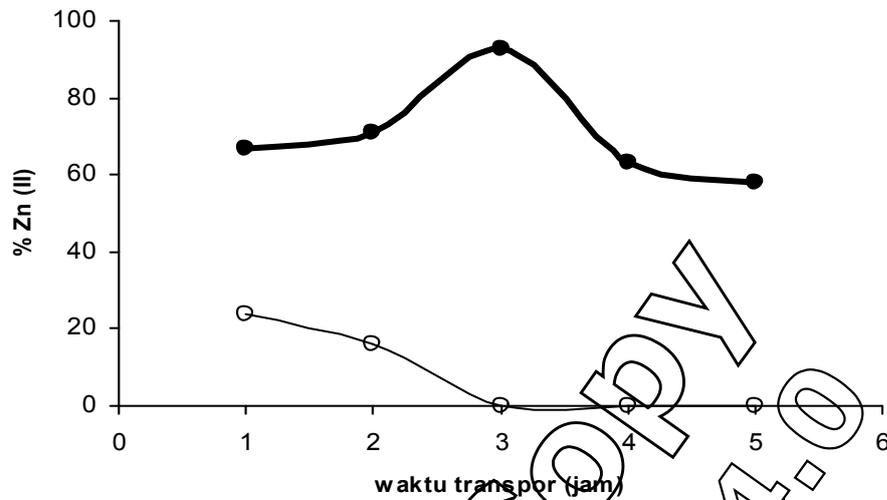


**Gambar 4 b.** Pengaruh pH fasa penerima terhadap persentase transpor Zn(II) sisa dalam fasa sumber menaikkan pH menggunakan NaOH 0,01 M (-●-), dan menggunakan NH<sub>4</sub>OH 0,01 M (-○-).

**Kondisi Percobaan :** Fasa Sumber 6 ml Zn(II)  $3,06 \times 10^{-4}$  M pada pH 8,5 dan fasa membran 20 ml kloroform yang mengandung ditizon  $1,75 \times 10^{-5}$  M, fasa penerima 12 ml Na<sub>2</sub>EDTA 0,06 M pada variasi pH , waktu transpor 1 jam, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm

#### ***Pengaruh Waktu Transpor***

Waktu transpor bisa ditentukan dari lamanya pengadukan yang dilakukan dalam mentranspor Zn(II) dari fasa sumber ke fasa penerima karena lama pengadukan ini sangat dipengaruhi interaksi antar molekul dalam mempercepat terjadinya proses transpor. Pada Gambar 5 terlihat bahwa waktu transpor optimum untuk transpor Zn(II) adalah 3 jam dengan kecepatan pengadukan 340 rpm dimana persentase transpor Zn (II) ke fasa penerima mencapai 93 % sedangkan yang tersisa difasa sumber tidak terdeteksi. Pada waktu besar dari 3 jam, jumlah Zn (II) yang tertranspor tidak lagi mengalami perubahan atau konstan.



**Gambar 5.** Pengaruh waktu transpor terhadap persentase transpor Zn(II) ke fasa penerima (●-●-), dan sisa Zn(II) dalam fasa sumber (-○-).

**Kondisi Percobaan :** Fasa Sumber 6 ml Zn(II)  $3,06 \times 10^{-4}$  M pada pH 8,5 dan fasa membran 20 ml kloroform yang mengandung ditizon  $1,75 \times 10^{-5}$  M, fasa penerima 12 ml  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0,06 M pada pH 6, variasi waktu transpor, dan waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa transpor Zn(II) dengan memakai ditizon sebagai zat pembawa dapat dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah. Kondisi optimum dari metoda transpor Zn(II)  $3,06 \times 10^{-4}$  M antar fasa adalah pH fasa sumber 8,5, konsentrasi ditizon dalam fasa membran  $1,75 \times 10^{-5}$  M, konsentrasi  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  dalam fasa penerima 0,06 M pada pH 6 dan lama pengadukan 3 jam. Pada kondisi ini didapatkan persentase transpor Zn (II) ke fasa penerima 93% dan persentase Zn(II) sisa di fasa sumber tidak terdeteksi.

## SARAN

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan, maka untuk menguji selektivitas metoda ini perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh ion-ion lain di fasa sumber terhadap kondisi optimum sistem transpor Zn(II) ini. Selain itu juga dapat dipelajari kinetika transpor Zn(II) dari fasa sumber ke fasa membran dan dari fasa membran ke fasa penerima.

## Ucapan Terima Kasih

Kami peneliti mengucapkan terima kasih atas dana dan bantuan dari Penelitian Dosen Muda, Universitas Andalas Padang

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. A.G Hamza, A,B Farag and F.M Al Nowaiser, 1990. Detection, Quantitative Collection and Semiquantitative Determination of Bismuth(III) and Zinc(II) in Aqueous Media using Polyurethane Foam Treated With Dithizone. *Analytical Sciences*, Desember, Vol 6, 889 -892.
2. Ali Reza Fakhari, Afshin Rajabi K and Motjoba Shamsipur, 2006. Selective Uphill Zn<sup>2+</sup> Transport via a Bulk Liquid Membrane Using an Azacrown Ether Carrier. *Sep and Purification Tech*, 50, 77 – 81.
3. A. Nezhadali, M, Hakimi and M. Heydari, 2008. Competitive Bulk Liquid Membrane Transport and Extraction of Cu(II), Ni(II), Zn(II) and Mn(II) Cations Using 5-Methyle-4[thiophen-2-yl-methylen-amino]-3-thio-oxo-1,2,4-triazol-5-one and Phtalic Dicarboxaldehyde, *E-Journal of Chemistry*, Vol 5, No.1. 52-57.

4. Basset, J. R. C. Denne, G. H. Jeffry, 1994. *Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik ed 4*. Jakarta, Hal 308
5. Coelho, I. M., Crespo, J. P. S. G., Carrondo, M. J. T., 1997. Kinetics of Liquid Membrane extraction in System with Variable Distribution Coefficient. *J. membr. Sci.* 127 : 141-152
6. Cotton, A., and Wilkinson, G. 1966. *Advanced Inorganic Chemistry A Comprehensive Text*. London. Interscience Publisher, pp 604-893
7. Fahmi, Rizal. 1984. *Pengaruh pH Terhadap Ekstraksi Pembentukan Kompleks Zn-Dithizonat dalam Pelarut Khloroform dan Karbon Tetraklorida*, Tesis Pascasarjana Kimia ITB. Hal. 1-31
8. Medina, H, Bullon J, Ontiverosa and Chacon, 2005, Zinc Separation of Aqueous Solution Using Emulsion Liquid Membranes, The pH Influence. *Rev. Fac. Ing. UCV* v. 20, n. 3 Caracas Jul
9. Molina, C., Arenas, L., Victoria, and Ibanez, J, A. 1997. Characterization of membrane system: complex character of the permeability from an electrical model. *J. phys. Chem.*, 101 : 10323-10331
10. Motgorzata Ulewicz and Wlasylaw Walkowiak, 2003. Separation of Zinc and Cadmium Ions From Sulfate Solutions By Ion Flotation and Transport Through Liquid Membranes, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 37, 77-86
11. Mulder, M. 1991. *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. pp. 244 -259

12. Olly Norita Tetra, Admin Alif, Hermansyah Aziz Dan Emriadi, Transpor Ion Tembaga (II) Melalui Membran Cair Fasa Ruah, *Jurnal Riset Kimia*, 1(1) September 2007
13. Olly Norita Tetra, Zaharismi Dan Refinel, Penambahan Asam Oleat Terhadap Sistem Transpor Cu(II) Denga Zat Pembawa Oksin Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah, *Jurnal Riset Kimia*, 2(1) September 2008
14. Refinel, Zaharismi K dan resa Amelia, Optimalisasi Transpor Ion Zn(II) dengan Zat Pembawa Oksin Melalui Teknik Membran Cair Fasa ruah, *Jurnal Menara*, 1 (5), 23-34, Mai 2005.
15. Richard A. B. 1996. Chemical Separation with Liquid Membrane Acs Symposium 642. Ed. *American Chemical Society*, Washington DC. pp. 1-202
16. Savafi A., and Shams, 1998. Selective and Efficient Transport of Hg (II) Through Bulk Liquid Membrane Using Methyl Red as Carrier. *J. Memb.Sci.* 135 : 173 – 177, 144 : 37 – 43
17. Uglea, C. V., and M. Croitoru, 1997. Transport of Amino Acid Through Liquid Membranes III The Alkaline Ion Role. *J. Membr. Scie*, 1997, 133 ; 127 – 131

Evaluation Copy  
PDF Creator Plus 4.0

## **Pelaksanaan Perjanjian Pemborongan Bangunan**

### **Di Sumatera Barat**

**By:**

**Daswirman N,SH,MH**

#### **A. Latar Belakang**

Dalam rangka pemerataan pembangunan diseluruh wilayah tanah air, maka diselenggarakan segala macam pembangunan fisik berupa pembangunan proyek-proyek sarana, prasarana yang berwujud pembangunan dan rehabilitasi jalan-jalan, jembatan, pelabuhan dan irigasi, saluran-saluran air, gedung-gedung, perumahan rakyat maupun kantor-kantor pemerintah. Semua itu diusahakan oleh pemerintah untuk menunjang tercapainya kesejahteraan rakyat.

Keadaan yang demikian menimbulkan pada satu pihak adanya manfaat dan efisiensi bagi perusahaan jasa konstruksi dalam negeri yang melibatkan banyak SDM namun pada lain pihak juga menimbulkan kesulitan mengenai segi pengawasan dalam baik secara yuridis maupun teknis. Dalam hal menindaklanjuti permasalahan wanprestatie ini, tidak jarang terjadi penafsiran yang keliru sehingga permasalahan Perdata dijadikan peristiwa Pidana, or rechtmatige yang diatur dalam Pasal 1365 Kitab UU Hukum Perdata, yang pada dasarnya harus ditafsirkan secara Restriktif dijadikan perbuatan tindak pidana. Hal ini membawa dampak yang tidak baik terhadap pembangunan itu sendiri, rakyat menjadi korban, dimana kepastian hukum dan wibawa aparat penegak hukum. Hal ini membawa dampak terhadap pembangunan di segala bidang. Banyak perusahaan yang collapse (gulung tikar) yang seharusnya menampung tenaga kerja menjadi menambah pengangguran.

#### **B. Perumusan Masalah**

- a. Bagaimanan bentuk-bentuk permasalahan yang timbul pada pelaksanaan perjanjian pemborongan bangunan di Sumatera Barat.
- b. Faktor-faktor apa penyebab terjadinya permasalahan pada perjanjian pemborongan tersebut.

- c. Bagaimana solusi yang sudah ditempuh dalam menghadapi permasalahan pada perjanjian pemborongan yang bermasalah tersebut.
- d. Bagaimana dampaknya terhadap masyarakat.

### **C. Tinjauan Pustaka**

#### **Pengertian Perjanjian Pemborongan**

Indonesia sebagai negara berlembang, terus melakukan pembangunan di berbagai bidang, baik pembangunan fisik maupun pembangunan mental spritual dalam rangka mewujudkan tujuan pembangunan menuju masyarakat adil dan makmur. Khusus dalam pembangunan fisik berwujud pembangunan yang dilaksanakan dalam proyek pusat, daerah, inpres/swadaya masyarakat dengan subsidi pemerintah dan lain-lain. Semuanya memerlukan pengaturan yang mantap mengenai segi yuridis dan teknis bangunan.

Menurut pasal 1319 KUH Perdata, Perjanjian Pemborongan termasuk kedalam kelompok perjanjian bernama yaitu perjanjian dengan nama tertentu yang diatur dalam undang-undang pada buku III KUH Perdata, Bab V-Bab XVIII.

Berdasarkan Pasal 1601 KUH Perdata terdapat 3 jenis perjanjian untuk melakukan pekerjaan, yaitu :

1. Perjanjian untuk melakukan jasa tertentu
2. Perjanjian Perburuhan
3. Pemborongan Pekerjaan

Jadi perjanjian pemborongan termasuk ke dalam perjanjian untuk melakukan pekerjaan. Definisi yuridis mengenai perjanjian pemborongan dapat dilihat dalam pasal 1601 b KUH Perdata yang berbunyi :

“Pemborongan Pekerjaan adalah perjanjian dengan nama pihak yang satu, sipemborong, mengikatkan diri untuk menyelenggarakan suatu pekerjaan bagi pihak yang lain, pihak yang memborongkan, dengan menerima suatu harga yang ditentukan.”

#### D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menajaki penegakkan hokum dalam Perjanjian Pemborongan Bangunan , untuk membuktikan bahwa telah terjadinya beberapa aspek hukum perdata yang diabaikan sehingga sering para kontraktor menjadi sasaran empuk bagi aparat penegak hukum untuk mencari-cari kesalahan.

#### E. Metode Penelitian

Penelitian bersifat deskriptif, pendekatan masalah dilakukan secara yuridis sosiologis dengan analisis kualitatif.

#### F. Hasil Penelitian

##### 1. Gambaran Umum Perusahaan Kontraktor di Sumatera Barat

No	BPC	Kode Wilayah	KUALIFIKASI						JML
			GRE D 7	GRE D 6	GRE D 5	GRE D 4	GRE D 3	GRE D 2	
1	Kab. Mentawai	1301			2	13	17	19	51
2	Kab. Pesisir Selatan	1302		1	3	46	32	91	173
3	Kab. Solok	1303			3	25	29	69	126
4	Kab. Sijunjung	1304			2	13	19	31	65
5	Kab. Tanah Datar	1305			3	34	15	84	136
6	Kab. Padang Pariaman	1306		1	4	39	58	33	135
7	Kab. Agam	1307		-	2	52	21	19	94
8	Kab. 50 Kota	1308	-	-	3	41	34	28	106
9	Kab. Pasaman	1309	-	-	4	32	29	36	101
10	Kab. Solok Selatan	1310			1	18	19	36	74
11	Kab. Dharmasraya	1311			3	14	17	35	69
12	Kab. Pasaman Barat	1312	-	-	2	37	22	27	88
13	Kota Padang	1371	4	11	38	93	52	74	272
14	Kota Solok	1372	-	-	1	8	16	32	57
15	Kota Sawah Lunto	1373		-	-	11	19	34	64
16	Kota Padang Panjang	1374			1	8	7	13	29
17	Kota Bukittinggi	1375			7	29	23	17	76
18	Kota Payakumbuh	1376			3	35	33	35	106
	JUMLAH								

	JUMLAH		4	13	82	548	462	713	<b>1822</b>
--	--------	--	---	----	----	-----	-----	-----	-------------

Dari table di atas kita mendapat gambaran mengenai perusahaan kontraktor di Sumatera Barat yaitu yang tersebar di berbagai daerah yakni ada sekitar 1822 perusahaan dengan beberapa klasifikasi seperti; Gred 2 sebanyak 713 perusahaan, Gred 3 ada 462 Perusahaan, Gred 4 sebanyak 548 Perusahaan, Gred 5 sebanyak 82 Perusahaan, Gred 6 sebanyak 13 Perusahaan, dan Gred 7 sebanyak 4 Perusahaan. Perusahaan yang terbanyak adalah Gred 3 dan Gred 4 yang dapat dikatakan tergolong perusahaan ekonomi menengah dan ekonomi lemah yang seharusnya mendapat perhatian dari pemerintah untuk menumbuhkembangkan peran serta usaha nasional dengan meningkatkan profesionalisme, kemandirian, dan tanggung jawab kontraktor sebagai penyedia barang dan jasa sesuai dengan Bagian Keempat mengenai Kebijakan Umum dalam Pasal 4 Keppres No. 80 Tahun 2003 Tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang / Jasa Pemerintah.

2. Kronologis Permasalahan dalam Pelaksanaan Perjanjian Pemborongan Bangunan di Sumatera Barat

a. CV Utama Cipta Karya (Padang)

CV Utama Cipta Karya ini adalah perusahaan dengan klasifikasi Gred 4. Perusahaan ini memenangkan tender dalam pekerjaan Puskesmas Air Tawar Anggaran Dana Tahun 2007 dengan masa pelaksanaan selama 3 bulan yakni Oktober 2007 sampai Desember 2007. Pada saat akhir kontrak bobot tercapai 70%. Pada waktu penagihan dengan bobot 70% tersebut ternyata dana tidak tersedia, jadi penagihan tidak dapat dilakukan. Hal ini disebabkan pihak pemberi kerja (Pemerintah Daerah Kota Padang) tidak mengajukan penambahan dana ke instansi yang terkait pada waktu rekanan menagih pekerjaan dalam bobot 50%, sementara rekanan tetap bekerja. Sampai pada waktu *closing date* tanggal 20 Desember 2007 bobot pekerjaan tercapai 80,8% pekerjaan ini tetap dilakukan oleh perusahaan rekanan karena kepatuhan akan

pelaksanaan prestasi yang dituangkan dalam kontrak walaupun hak belum diterima. Karena tagihan 70% belum diterima, sehingga rekanan tidak dapat karena tidak mampu dari segi ekonomi dalam melanjutkan pekerjaan. Kemudian pada tahun 2008 diteruskan penagihan untuk bobot 80,8% tetap belum dibayar. Bahkan untuk melaksanakan penyelesaian pekerjaan yang masih tertinggal 19,2% dibuatkan kontrak baru oleh Pemerintahan Kota Padang. Setelah pekerjaan selesai pembayaran tetap belum bias dilakukan. Pada akhir tahun 2007 penagihan tetap diajukan oleh CV. Hutama Cipta Karya, jawaban Pemerintahan Kota bisa dibayar dengan denda sebanyak 5% dinilai kontrak yang berjumlah Rp. 320.000.000,-. Rekanan bersedia membayar denda 5%, tetapi rekanan menuntut bunga bank mulai akhir tahun 2007 sampai dengan akhir Desember tahun 2009. Permasalahan ini belum selesai sampai sekarang.

b. CV. Jasa Trimulya Gred 4 (Padang)

Pekerjaan yang dikerjakan Puskesmas Tunggul Hitam. Pekerjaan selesai tapi tagihan baru 50% karena dana tidak tersedia.

c. CV. Bina Industri Nusantara Gred 4 (Padang)

Pekerjaan yang dikerjakan Puskesmas Lubuk Buaya. Pekerjaan selesai tagihan juga baru 50% karena dana tidak tersedia.

Dari kasus yang dihadapi oleh ke 3 (tiga) Perusahaan di atas yang merupakan kasus yang sama, peneliti dapat menyimpulkan:

1. Adanya kejadianadilan, disini pihak rekanan selalu dirugikan. Jadi asasnya ada dalam hukum kontrak seperti asas manfaat, asas kepatutan, dan asas keseimbangan tidak terdapat.
2. Penegakan Hukum Terhadap Keppres No. 80 Tahun 2003 Tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/ Jasa Pemerintah belum terlaksana dengan baik oleh pemerintah sendiri sebagai pihak pemberi kerja, karena pada prinsipnya pada Pasal 9 Keppres No.8 Tahun 2003 pihak pemerintah Kota sebagai pihak pemberi kerja seharusnya harus

memiliki kemampuan untuk mengambil keputusan, bertindak tegas dan keteladanan dalam sikap dan perilaku, serta pengguna barang dan jasa (disini Pemerintahan Kota) dilarang mengadakan ikatan perjanjian dengan penyedia barang dan jasa apabila belum tersedia anggaran atau tidak cukup tersedia. Anggaran yang akan mengakibatkan dilampauinya batas anggaran yang akan mengakibatkan dilampauinya batas anggaran yang tersedia untuk kegiatan/ proyek yang dibiayai dari APBN/ APBD. Untuk hal seperti ini seharusnya Pemerintahan Kota bertanggung jawab karena dalam Keppres No 80 Tahun 2003 pun diatur bahwa Pengguna Barang/ Jasa yang dilaksanakannya baik mengenai administrasi, fisik, keuangan. Tapi sampai sekarang belum ada solusinya.

Apakah disebabkan karena ketidaktahuan dalam menafsirkan peraturan atau memang mental para oknum pejabat yang mengandalkan *Willekeur (Reductievoegheid)* dalam menjalankan tugas, karena waktu peneliti mengajukan pertanyaan kenapa proyek tetap dilaksanakan sementara anggaran dana belum tersedia, salah satu oknum panitia menjawab kebijakan atasan.

d. PT. Boyang Sejati (Payakumbuh)

Pada tahun 2007 PT Boyang Sejati menang tender dalam pembangunan proyek jembatan di Pasaman sebanyak 5 unit. PT Boyang Sejati memberikan kuasa sepenuhnya kepada Bayu mengenai pelaksanaan pekerjaan dengan kata Notaris/ PPAT Alfian,SH seperti terlampir dalam lampiran.

Dalam pelaksanaan pekerjaan ternyata Bayu tidak mampu melaksanakan pekerjaan dengan baik sehingga timbul permasalahan dalam pelaksanaan pekerjaan, Bayu memberikan kuasa kepada Ronald untuk melanjutkan pekerjaan tersebut. Akibatnya jembatan yang dibangun tersebut tidak selesai sesuai dengan kontrak, pekerjaan tersebut baru sampai pada bobot 75% dan kualitasnyapun dipertanyakan. Pada Desember 2007

kontraktannya diputuskan pada bobot 75%. Sampai sekarang jembatan yang dibangun tersebut belum bisa difungsikan sebagaimana mestinya. Bahkan pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut, baik pemberi maupun penerima pekerjaan sedang menghadapi kasus dengan tuntutan korupsi di Pengadilan Negeri Pasaman Barat. Karena pihak kejaksaan mendakwa pihak-pihak yang dimaksud melakukan tindak pidana korupsi.

Dari kasus ini peneliti dapat menyimpulkan hal ini disebabkan karena ketidaktahuan para kontraktan maupun notaris mengenai aturan jasa konstruksi khususnya dan hukum perdata umumnya disebabkan pengetahuan tentang ilmu hukum dan dangkalnya kesadaran hukum. Dalam Keppres No.80 Tahun 2003 dalam Paragraf Keempat Pasal 32 jelas diaktakan bahwa; Penyedia barang/ jasa dilarang mengalihkan tanggung jawab seluruh pekerjaan utama dengan mengsubkontrakan kepada pihak lain dengan cara dan alasan apapun kecuali disubkontrakan kepada penyedia barang/ jasa spesialis. Dalam kasus ini seharusnya Notaris Alfian,SH sebagai aparat penegak keadilan harus menerangkan kepada pihak-pihak yang terkait sejauh mana kuasa dapat diberikan kepada pihak lain. Dalam hukum perjanjian berlaku apa yang dinamakan asas personifikasi yang diatur dalam Pasal 1315 KUHPerdata yang artinya isi perjanjian hanya berlaku bagi para kontrakta, tidak berlaku bagi pihak lain. Jadi disini walaupun pekerjaan dikuasakan kepada pihak lain untuk melaksanakan dengan kuasa sepenuhnya, pertanggungjawaban tidak dapat dialihkan sebagai pihak yang menandatangani kontrak dengan pihak pemberi kerja. Tanggung jawab tetap berada pada PT Boyang Sejati. Jadi disini Ronald dan Bayu tidak bertanggung jawab terhadap pihak pemberi kerja, Ronald hanya bertanggung jawab kepada Bayu, dan Bayu bertanggung jawab kepada PT Boyang Sejati dan PT Boyang Sejati yang bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan pekerjaan sesuai kontrak.

d. Permasalahan terhadap Perusahaan Hotmix

Dari 14 perusahaan hotmix yang ada di Sumatera Barat, ada 5 Perusahaan mempunyai permasalahan yang sama seperti: PT Statika Mitra Sarana, PT Angkasa Teknik Raya, PT Lubuk Minturun, PT Nasio Tama, dan PT Baretta.

Permasalahan yang dihadapi justru bukan terhadap pelaksanaan pekerjaan, pekerjaan tidak bermasalah. Bahkan permasalahan timbul setelah pekerjaan selesai diserahkan itu diperiksa lagi oleh jaksa BPKP, BPK, dan KPK. Kemudian mereka menyatakan tidak memenuhi spek, volume pekerjaan tidak cukup padahal sewaktu serah terima pekerjaan, seluruh item pekerjaan sudah diperiksa oleh pihak yang berwenang sesuai dengan keahlian masing-masing pihak yang berkompeten, mengenai spek yang tidak memenuhi terpenuhi sudah diuji di labor, mengenai volume sudah diukur oleh instansi terkait, bagaimana Jaksa, BPKP, BPK, dan KPK menyatakan penemuan yang berbeda, sedangkan mereka tidak mempunyai keahlian untuk itu. Akhirnya perusahaan-perusahaan tersebut dikenakan denda yang berkisar mulai dari Rp 800.000.000,- sampai Rp 1.500.000.000,- .

e. PT Cimpago

Perusahaan ini mendapat pekerjaan membangun ruang kuliah yang berantai 3 dari IAIN Imam Bonjol Padang dengan waktu pelaksanaan 3 bulan yakni Bulan September 2009 sampai 15 Desember 2009. Sampai akhir kontrak bobot pekerjaan baru mencapai 20%. Keterlambatan melaksanakan tender, hal ini disebabkan oleh terlambatnya proses pengajuan fisik ke instansi yang berwenang, mulai dari penyusunan daftar usulan proyek, kemudian pengusulan dari instansi yang berwenang diproses yang memerlukan waktu untuk dapat menjadi DIP (Daftar Isian Proyek) kemudian mendapat pengesahan DPR sampai penyelesaian membuat perencanaan pekerjaan oleh konsultan dalam menghitung perencanaan sering tidak akurat, baik mengenai volume satuan pekerjaan maupun mengenai harga satuan

pekerjaan, ini karena konsultan yang kurang professional dan waktu yang tidak cukup tersedia ditambah lagi pihak pemberi kerja memaksakan agar uang yang tersedia dalam DIP harus bisa membiayai pelaksanaan pekerjaan sampai selesai. Contohnya : Dalam melaksanakan pekerjaan 3 (tiga) lantai dengan luas lantai 600 m<sup>2</sup> waktu yang tersedia hanya 90 hari. Semetara untuk melaksanakan pengecoran beton 3 tahap lantai 1, 2, dan 3 dibutuhkan waktu 90 hari, hanya pengecoran lantai saja. Akibatnya pekerjaan tidak selesai.

- f. Banyaknya pos-pos pengeluaran yang tidak sesuai yang harus dibayarkan oleh rekanan dalam pelaksanaan pekerjaan seperti:
  - a) *fee* proyek yang rata-rata mulai dari 10% sampai 15% yang harus dibayarkan akan berdampak kepada pelaksanaan pekerjaan maupun kualitas pekerjaan itu sendiri.
  - b) Oknum wartawan yang berlindung dengan kebebasan pers walaupun. Mereka sendiri melanggar kode etik jurnalistik yang sering memberitakan ketidakbenaran yang pada intinya sebetulnya ketidakbenaran beritanya sendiri dengan ujung-ujungnya uang.
  - c) Membayar uang keamanan kepada preman-preman di lokasi pekerjaan dilaksanakan demi keamanan material bahan pekerjaan supaya tidak hilang karena dia sendiri yang mencarinya.

Akhirnya dari 20 orang yang peneliti ambil sebagai sampel dalam penelitian ini dari pihak pengusaha (kontraktor) adalah suatu profesi yang paling hebat karena dalam pekerjaan apapun yang mereka terima dari pihak pemberi kerja, posisi mereka adalah posisi yang selalu memberi kepada seluruh pihak tak pernah menerima hanya melaksanakan pekerjaan.

## G. Penutup

## Kesimpulan

Dari uraian hasil penelitian terhadap kasus tersebut disimpulkan sebagai berikut:

1. Bentuk permasalahan yang timbul pada pelaksanaan perjanjian pemborongan bangunan di Sumatera Barat adalah:
  - a. Keterlambatan pembayaran atas pekerjaan yang dilaksanakan.
  - b. Pekerjaan yang tidak selesai sesuai kontrak
  - c. Banyaknya pos-pos pembayaran yang tidak resmi yang harus dikeluarkan terhadap kualitas pekerjaan.
  - d. Ketidaknyamanan yang dirasakan oleh rekanan.
2. Faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan pada perjanjian pemborongan antara lain disebabkan karena :
  - a. Ketidakaadilan dengan kata lain tidak terdapatnya asas keseimbangan dalam perjanjian antara hak dan kewajiban para kontraktor.
  - b. Penyimpangan hukum yang dilakukan oleh pemberi pekerjaan.
  - c. Penegakan hukum yang belum terlaksana dengan baik.
  - d. Kertidakmengertian para kontraktan maupun Notaris yang mempunyai pengetahuan dangkal tentang ilmu hukum.
  - e. Mental oknum pemberi kerja dan pihak yang terlibat pada pengeluaran yang tidak wajib dibayar oleh pemborong menjadi wajib demi kelancaran pekerjaan yang bermentalkan peminta-peminta.
3. Solusi yang ditempuh dalam menghadapi permasalahan tersebut diselesai melalui jalur hukum yakni lewat Pengadilan Negeri tapi sampai sekarang belum satupun kasus tersebut di atas terselesaikan.
4. Dampaknya terhadap masyarakat dirasakan langsung oleh masyarakat:

- a. Terjadinya perusahaan yang gulung tikar, menyebabkan terjadinya pengangguran yang semakin bertambah karena kehilangan pekerjaan
- b. Terhadap pengusaha yang terseret kasus dengan dokumen melakukan korupsi dan penipuan, pekerjaan terhenti masyarakat tidak bisa menikmati pembangunan dalam hal ini masyarakat dirugikan.

### **Saran**

Dalam hal ini peneliti menyarankan agar :

1. Dalam perjanjian pemborongan bangunan juga memuat klausula yang mengatur tentang konsekuensi apabila pihak pemberi kerja yang melakukan wanprestasi apabila dia ingkar janji dan melakukan perbuatan melawan hukum yang merugikan pihak penerima pekerjaan.
2. Agar dalam serah terima pekerjaan jajaran hukum yang terkait persoalan keuangan negara dilibatkan langsung supaya tidak timbul permasalahan setelah hapusnya perjanjian.

## Daftar Pustaka

### Buku:

Amiruddin & Askirin Zainal, 2004, *Pengantar Metode Penelitian Hukum*, Jakarta, PT. Raja Grafindo Persada

Badruzaman, Yarian Darus. Et, al, 2001, *Kompilasi Hukum Perikatan*, Bandung, PT. Citra Aditya Bakti

H.S. Salim, 2003, *Hukum Kontrak dan Teknik Penyusunan Kontrak*, Jakarta, Sinar Grafika

Kansil, C.S.T, 2001, *Kamus Istilah Aneka Hukum*, Jakarta, Pustaka Sinar Harapan

Muhammad Abdulkadir, 1990, *Hukum Perikatan*, Bandung, PT. Citra Aditya Bakti.

-----, 1990, *Hukum Perdata Indonesia*, Bandung, PT. Citra Aditya Bakti

Subekti, 1980, *Pokok-pokok Hukum Perdata*, Jakarta, PT. Internusa

Suharnoko, 2004, *Hukum Perjanjian Teori dan Anilasa Kasus*, Jakarta, Prenada Media

Sri Soedewi Masjchun Sofyan, 1982, *Hukum Bangunan Perjanjian Pembrongan Bangunan*, Liberty Yogyakarta

Soerjono Soekanto, 2004, *Faktor-faktor Pembantu Penegakan Hukum*, CV. Rajawali, Jakarta

**Non Buku:**

Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 80 Tahun 2003 Tentang Pedoman  
Pelaksanaan Pengadaan Barang / Jasa Pemerintah

Kitab Undang-Undang Hukum Perdata

Kitab Undang-Undang Hukum Pidana

UU No.18 Tahun 1994 tentang jasa Konstruksi

Evaluation Copy  
PDF Creator Plus 4.0

# KESTABILAN PEWARNA MAKANAN ALAMI YANG BERASAL DARI DAUN SUJI (*Pleomale angustifolia N E Brown*)

Yefrida, Lidya Sesrita, Yuniartis, Mai Efdi  
Jurusan Kimia, FMIPA Unand  
email : yefrida23@yahoo.co.id

## Abstrak

Pewarna makanan sintetis yang banyak digunakan masyarakat pada umumnya membahayakan kesehatan. Oleh karena itu perlu dikembangkan pewarna makanan alami, disamping aman juga mempunyai efek farmakologis. Salah satu pewarna makanan alami yang sering digunakan masyarakat di Sumatera Barat adalah daun suji. Pada penelitian ini dipelajari faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan zat warna daun suji yaitu pH, lama pemanasan, pengaruh cahaya matahari dan lama penyimpanan. Hasilnya memperlihatkan bahwa larutan zat warna daun suji paling stabil pada pH 12. Lama pemanasan pada suhu 100<sup>0</sup>C tidak mengurangi absorbansi larutan zat warna secara berarti namun paparan cahaya matahari dan penyimpanan pada suhu kamar menyebabkan penurunan absorbansi yang cukup besar.

## Abstract

Generally, using synthetic food colorant is dangerous for human health. Developing of natural food colorant is needed, because of its safety and pharmacologist effect. Daun suji is one of natural food colorant that is frequently used by peoples in West Sumatera to colour their food. In this research, we investigated about the stability of daun suji as a colorant that involved pH, heating time, sun light effect and storage time. The result showed that daun suji colorant is most stable at pH 12. Heating at 100<sup>0</sup>C until 30 minutes did not decreased absorbance of solution significantly but storing at room temperature and sunlight gave significant effect.

**Keywords :** *natural food colorant, daun suji, stability*

## PENDAHULUAN

Tampilan makanan merupakan hal pertama yang dinilai jika seseorang ingin mencicipi makanan terutama makanan yang belum diketahui rasanya. Orang cenderung untuk memilih makanan dengan tampilan yang menarik. Untuk membuat makanan tampak lebih menarik atau lebih menggugah selera biasanya produsen makanan menggunakan pewarna.

Warna yang mencolok lebih disukai konsumen, terutama anak-anak. Hal inilah yang menyebabkan produsen makanan memproduksi makanan dengan warna-warna yang menarik. Sayangnya warna tidak berbanding lurus dengan kualitas atau nilai gizi makanan, bahkan berbanding terbalik jika pewarna yang digunakan adalah pewarna

makanan sintetis dengan kriteria non food grade colourant atau zat warna yang bukan untuk pewarna makanan.

Pewarna makanan dapat diklasifikasikan atas pewarna makanan alami dan pewarna makanan sintetis. Pewarna makanan alami sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia sejak zaman dahulu, seperti daun suji, kunyit, kesumba dan sebagainya. Bahan alami tersedia dalam jumlah yang berlimpah. Namun penggunaan pewarna makanan alami semakin lama semakin ditinggalkan produsen makanan. Hal ini disebabkan oleh karena kurang praktis dalam pemakaiannya terkait dengan belum adanya pewarna alami yang dijual di pasaran sehingga produsen makanan harus membuat sendiri pewarna makanan yang dibutuhkan tersebut. Disamping itu kelemahan dari penggunaan pewarna alami adalah warna yang kurang stabil yang bisa disebabkan oleh perubahan pH, proses oksidasi, pengaruh cahaya dan pemanasan, sehingga intensitas warnanya sering berkurang selama proses pembuatan makanan. Akibatnya produsen makanan banyak yang beralih ke pewarna makanan sintetis. Pewarna makanan sintetis yang dibolehkan harganya cukup mahal sehingga banyak produsen makanan yang menggunakan pewarna tekstil untuk produknya. Hal ini tentu saja sangat berbahaya karena bahan ini dapat menyebabkan kanker dan penyakit lainnya.

Konsep *back to nature* yang telah berkembang selama ini pada dasarnya dapat mengatasi masalah pangan yang di hadapi bangsa Indonesia, karena secara langsung konsep tersebut mendukung berkembangnya produk-produk alami yang berbasis sumber daya lokal. Dukungan terhadap konsep tersebut antara lain dengan memosisikan sumber daya lokal Indonesia sebagai komoditas berharga yang perlu dikembangkan demi kelangsungan perekonomian bangsa dan peningkatan kualitas gizi masyarakat. Salah satu sumber daya lokal adalah tumbuhan asli Indonesia yang beraneka ragam seperti sayuran dan buah dengan berbagai khasiat dan kegunaan yang dapat mendukung kesehatan.

Sumber daya lokal Indonesia yang sangat beragam dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pangan rakyat. Diversifikasi pangan sesuai kekayaan alam lokal perlu menjadi kebijakan pemerintah dan merupakan bagian sangat penting dari strategi pangan. Untuk itu, perlu didorong pengembangan pangan berbasis sumber daya lokal, yakni tumbuh-tumbuhan yang kaya akan zat gizi dan non-gizi. Potensi untuk menduniakan pangan tradisional Indonesia sangat terbuka dengan memanfaatkan seoptimal mungkin sumber daya lokal yang tersedia melimpah di seluruh wilayah Indonesia.

Pigmen alami dapat menjadi salah satu pilihan untuk meningkatkan ketahanan dan kualitas pangan karena pigmen alami merupakan salah satu zat non gizi yang mampu memberikan nutrisi bagi tubuh. Selain itu, pigmen alami ditemukan sangat melimpah pada sebagian besar sumber daya alam lokal Indonesia. Pigmen alami juga terbukti aman, baik sebagai makanan maupun pewarna makanan dibandingkan pewarna sintetis. Bahkan penggunaan pigmen alami sebagai pewarna makanan saat ini sedang menjadi perhatian para konsumen dan juga industriawan. Kenyataan ini karena penggunaan pewarna alami lebih menguntungkan dibandingkan pewarna sintetis, yaitu aman karena terbuat dari bahan alam yang tidak menimbulkan efek negatif bagi tubuh, mudah didapat, serta dapat menimbulkan rasa dan aroma khas. Sedangkan pewarna sintetis dapat berdampak negatif yaitu menyebabkan toksik dan karsinogenik. Oleh karena itu perlu dikembangkan pewarna alami yang banyak ditemukan di lingkungan sekitar, terlebih lagi Indonesia adalah negara yang sangat kaya dengan tumbuh-tumbuhan sumber pewarna alami.

Beberapa contoh pigmen alami yang dapat digunakan sebagai pewarna pada makanan adalah klorofil (hijau), kurkuminoid (kuning), karotenoid (orange-merah), antosianin (ungu, biru, merah dll) (Limantara dan Rahayu, 2007). Jenis-jenis pewarna tersebut terbukti aman dikonsumsi karena tidak mengandung bahan beracun yang berbahaya bagi kesehatan dan tidak mencemari lingkungan seperti halnya pewarna sintetis. Pigmen alami juga memiliki beragam khasiat kesehatan dan telah dimanfaatkan pada beberapa makanan (Limantara dkk, 2008).

Kepedulian konsumen akan efek toksik dari pewarna makanan sintetis mengakibatkan berkembangnya penelitian tentang pewarna makanan (pigmen) alami. Pigmen dari alam mempunyai sifat fisika dan kimia yang berbeda-beda. Kebanyakan sensitif terhadap proses oksidasi, perubahan pH dan cahaya (Downham et al, 2000).

Tumbuh-tumbuhan, hewan dan mikroorganisme merupakan sumber dari pigmen alami namun hanya sedikit yang tersedia dalam jumlah yang cukup untuk digunakan secara komersial. Tumbuh-tumbuhan dan mikroorganisme merupakan sumber pigmen alami yang dapat diproduksi secara bioteknologi (Chattopadhyay et al, 2008).

Penelitian tentang pigmen alami telah banyak dilakukan. Diantaranya pigmen alami yang berasal dari alga hijau (Muntean et al, 2007), bunga rosella (Duangmal et al, 2004), bunga turi (Saati dkk, 2008), biji kesumba (Suparmi dkk, 2008) dan daun singkong (titihalawa dkk, 2008). Beberapa contoh pigmen alami yang dapat digunakan sebagai pewarna pada makanan adalah klorofil untuk warna hijau, kurkuminoid untuk warna kuning, karotenoid untuk warna orange-merah, antosianin untuk warna ungu, biru, merah dll. Pigmen alami terbukti aman untuk dikonsumsi karena tidak mengandung bahan yang berbahaya bagi kesehatan dan tidak mencemari lingkungan seperti halnya pigmen sintetis. Pigmen alami juga memiliki beragam khasiat kesehatan dan telah dimanfaatkan pada beberapa makanan (Limantara dkk, 2008).



Klorofil merupakan pigmen utama pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Sebagian besar klorofil akan terdistribusi di dalam daun (sehingga disebut zat hijau daun), namun klorofil juga dapat ditemukan pada batang, akar, buah dan biji yang berwarna hijau dalam jumlah yang terbatas (Noogle, 1997 dalam Limantara dkk). Dalam banyak buah, klorofil terdapat pada buah yang belum dimasak yang kemudian warna hijaunya menghilang secara perlahan ketika karotenoid merah dan kuning mengagantikannya selama pemasakan (Padmawinata, 1997 dalam Limantara dkk).

Beberapa tanaman dikenal sangat kaya dengan klorofil, yaitu daun suji, daun katuk, daun singkong, chlorela, alfalfa, spirulina, rumput gandum, bayam, cincau dan lain-lain. Limantara (2005) menyatakan bahwa tanaman suku euphorbiaceae, liliaceae, apocynaceae, acanthaceae dan araliaceae adalah 5 suku tanaman yang umumnya memiliki kandungan klorofil tertinggi dari ke-17 suku tanaman yang diteliti.

Ketersediaan klorofil sangat melimpah di alam sehingga diperlukan kajian manfaat klorofil, baik di bidang pangan maupun kesehatan.

Daun suji (*Pleomele angustifolia* N. E. Brown) adalah tanaman perdu yang dapat mencapai ketinggian 8 meter. Bentuk daunnya memanjang dan tersusun melingkar. Karena keindahan bentuk daunnya, tanaman ini sering dijadikan tanaman hias. Daun suji juga merupakan tanaman yang kaya akan kandungan pigmen klorofil. Berdasarkan penelitian Istichomah (2004) dalam Limantara (2008) kandungan klorofil dalam daun suji adalah sekitar 2053,8 µg/g. Daun suji banyak digunakan sebagai pewarna hijau pada makanan, kue-kue tradisional dan minuman. Selain memberikan warna hijau, daun suji juga memberikan aroma harum yang khas walaupun tidak seharum daun pandan. Dalam penggunaannya daun suji sering dicampur dengan daun pandan agar aroma kue, makan dan minuman menjadi lebih harum.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan antara lain : Spektrofotometer UV-Vis, pH meter, alat-alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium.  
Bahan-bahan yang digunakan antara lain : daun suji, HCl, NaOH, buffer standar pH 4, buffer standar pH 7, akuades

### **Prosedur Kerja**

#### **Ekstraksi zat warna dari daun suji**

Ekstraksi dilakukan dengan memblender daun suji dengan akuades. Setelah daun suji halus, campuran ini dituangkan ke dalam gelas piala. Biarkan sampai terpisah antara larutan dan ampasnya. Campuran disaring dan diperoleh larutan zat warna yang akan digunakan untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilannya.

#### **Pengaruh pH terhadap kestabilan zat warna**

Larutan zat warna dibuat dengan variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Lalu dilakukan pengukuran absorbannya dengan spektrofotometer pada  $\lambda$  430 nm.

#### **Pengaruh lama pemanasan terhadap kestabilan zat warna**

Larutan zat warna dengan pH optimum diukur absorbannya setelah dilakukan pemanasan selama (0, 5, 10, 15, 20, 30) menit pada suhu 100°C.

#### **Pengaruh lama penyimpanan terhadap kestabilan zat warna**

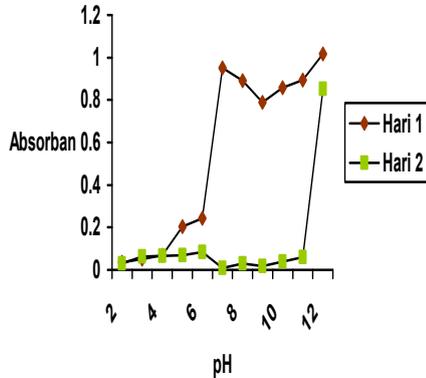
Larutan zat warna dengan pH optimum diukur absorbannya setelah penyimpanan selama (0, 1, 2, 3, 4) minggu.

#### **Pengaruh lama paparan cahaya matahari**

Larutan zat warna dengan pH optimum diukur absorbannya setelah dipaparkan pada cahaya matahari selama (0, 1, 2, 3, 4, 5) jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

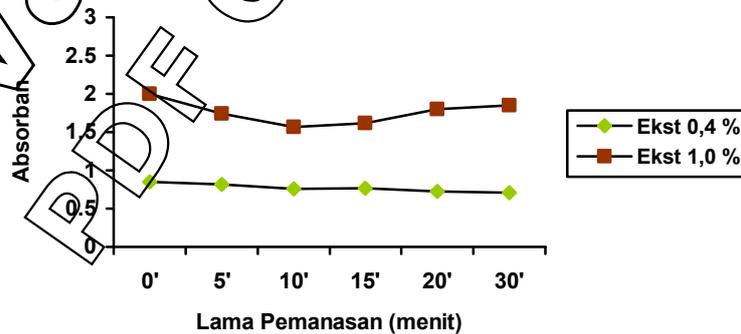
### Pengaruh pH Larutan



Gambar 1. Pengaruh pH larutan terhadap absorban zat warna klorofil (kondisi : masa daun suji 4 g, volume larutan 200 mL, diblender selama 5 menit)

pH larutan yang digunakan untuk menarik klorofil dari daun suji divariasikan dari 2 hingga 12. Pada pH sekitar 2 sampai 6 terlihat bahwa absorban larutan masih kecil yang berarti bahwa konsentrasi zat warna klorofil yang terdapat dalam larutan masih rendah. Namun pada pH besar dari 6 terlihat peningkatan absorban yang sangat tajam, yang nilainya hampir konstan hingga pH 12. Namun setelah penyimpanan selama 1 hari, absorban larutan zat warna dari pH 2 sampai 11, menjadi sangat kecil sekali dan hampir mendekati 0. Hal ini disebabkan oleh karena terjadinya penggumpalan zat warna tersebut. Sedangkan untuk larutan zat warna dengan pH 12 tidak terjadi penggumpalan zat warna dan absorban larutannya hanya menurun sedikit. Oleh karena itu pH 12, dianggap sebagai pH optimum larutan zat warna dimana zat warna berada dalam kondisi yang stabil. Untuk pengujian selanjutnya dilakukan pada pH 12.

### Pengaruh Lama Pemanasan

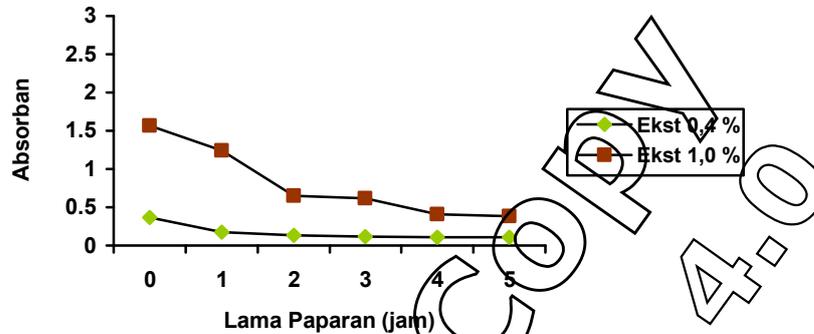


Gambar 2. Pengaruh lama pemanasan terhadap absorban larutan zat warna klorofil (kondisi : suhu pemanasan 100°C)

Percobaan pengaruh pemanasan dilakukan pada suhu sekitar 100°C, dengan anggapan bahwa pada umumnya proses pematangan makanan dilakukan pada suhu

tersebut. Dapat dilihat pada gambar di atas bahwa pemanasan larutan zat warna selama hampir 30 menit tidak begitu mempengaruhi konsentrasi zat warna dalam larutan yang dapat dilihat dari nilai absorbannya yang hampir stabil.

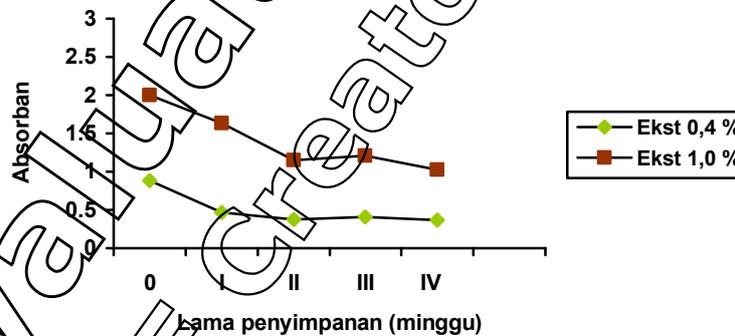
### Pengaruh Cahaya Matahari



Gambar 3. Pengaruh paparan cahaya matahari terhadap absorbansi larutan zat warna klorofil

Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat dikatakan bahwa larutan zat warna sangat tidak stabil terhadap paparan cahaya matahari, Hal ini dapat dilihat dari penurunan nilai absorbansi yang sangat besar hingga mendekati 0.

### Pengaruh Penyimpanan pada Suhu Kamar



Gambar 4. Pengaruh lama penyimpanan pada suhu kamar terhadap absorbansi zat warna klorofil

Penyimpanan larutan zat warna pada suhu kamar menyebabkan menurunnya absorbansi larutan. Semakin lama penyimpanan menyebabkan absorbansi larutan semakin menurun. Pada penyimpanan selama 4 minggu penurunan absorbansi larutan zat warna mencapai sekitar 50 %.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa larutan zat warna daun suji stabil pada pH 12. Perlakuan pemanasan daun suji pada suhu sekitar

100°C tidak begitu mempengaruhi absorban larutan. Namun paparan cahaya matahari dan penyimpanan pada suhu kamar menyebabkan penurunan absorban yang cukup besar yang berarti larutan zat warna tidak stabil pada kondisi ini.

### ***Ucapan terima kasih***

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga penelitian Universitas Andalas yang telah memberikan bantuan dana penelitian melalui Proyek DIPA Unand sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Chattopadhyay, P., S. Chatterjee, K. S. Sen, 2008, Biotechnological Potential of natural food grade biocolorants, *African Journal of Biotechnology*, 7 (17), 2972-2985
- Duangmal, K., B. Saicheua, S. Sueeprasan, 2004, Proceedings AIC 2004 Color and Paints, Interim Meeting of The International Color Association
- Downham, A., P. Collins, 2000, Colouring our food in the last and next millennium, *International Journal Of Food Science and Technology*, 35, 5-22
- Istichomah, K., 2004, Pengaruh lama penyimpanan daun terhadap komposisi dan kandungan klorofil daun suji (*Pleomele angustifolia* N. E. Brown), Skripsi FSM-UKSW, Salatiga
- Limantara, L., P. Rahayu, 2008, Pigmen alami berbasis sumber daya lokal (dalam kualitas dan ketahanan pangan), Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Agroindustri Berbasis Sumberdaya Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Nasional, ISBN 978-979-1366-28-1, 37-49
- Muntean, E., V. Bercea, N. Muntean, 2007, Small-scale batch technology for production of a natural food dye from green algae, *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati*
- Noogle, G. R., G. J. Fritz, 1997, *Intoductory plant physiology*, Prentice-hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. USA
- Padmawinata, K., 1997, *Kimia Makanan*, ITB, Bandung
- Saati, E. A., Mujianto, N. Hastuti, Pengaruh jenis pelarut pada proses ekstraksi terhadap kualitas pigmen bunga turi, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Agroindustri Berbasis Sumberdaya Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Nasional, ISBN 978-979-1366-28-1, 14-25
- Suparmi, B. Prasetyo, L. Limantara, 2008, Kandungan dan isolasi pigmen pada selaput biji kesumba (*Bixa Orellana* L.) : Potensinya sebagai pewarna alami makanan, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Agroindustri Berbasis Sumberdaya Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Nasional, ISBN 978-979-1366-28-1, 55-69

Titihalawa, S., F. S. Rondonuwu, H. Semangun, Efek penambahan kapur sirih terhadap kandungan klorofil dalam daun singkong ( *Manihot Esculenta* Crantz), Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Agroindustri Berbasis Sumberdaya Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Nasional, ISBN 978-979-1366-28-1, 89-98

Limantara, L., P. Rahayu, 2007, Prospek kesehatan pigmen alami, Prosiding Seminar Nasional Pigmen 2007 MB UKSW, Salatiga, ISBN : 979-978-1098-89-2

Evaluation Copy  
PDF Creator Plus 4.0

**PENENTUAN KONFIGURASI ELEKTRODA  
METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS PALING OPTIMUM UNTUK  
SURVEI AIR TANAH**

*Afdal*  
*Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas*  
*Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163*  
*e-mail: afdal@fmipa.unand.ac.id*

**Abstrak**

Pilihan konfigurasi elektroda yang tepat akan menentukan kualitas pencitraan bawah permukaan, termasuk dalam survei air tanah. Tipe konfigurasi selain menentukan kualitas pencitraan, juga menentukan efektifitas dan efisiensi survei yang berhubungan nantinya dengan kebutuhan dana dan sumber daya. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi melalui eksperimen dengan menggunakan model di laboratorium untuk memperoleh informasi konfigurasi elektroda yang memberikan informasi paling optimum untuk survei air tanah. Konfigurasi yang dibandingkan adalah konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Hasil menunjukkan bahwa Konfigurasi Schlumberger dan konfigurasi Wenner mempunyai kemampuan deteksi anomali yang tidak jauh berbeda. Konfigurasi Schlumberger mempunyai penetrasi arus yang lebih dalam (yaitu sekitar 33 cm) daripada konfigurasi Wenner (sekitar 28 cm). Konfigurasi Schlumberger mempunyai kesalahan-inversi yang lebih besar (yaitu antara 8% sampai 9,9%) daripada konfigurasi Wenner (15% sampai 17,3%). Untuk kedua jenis konfigurasi, anomali yang bersifat konduktif lebih mudah dideteksi daripada anomali yang bersifat isolatif.

**Kata kunci** : konfigurasi Wenner dan Schlumberger, air tanah

## 1. Pendahuluan

Air adalah salah satu kebutuhan paling dasar manusia. Kemajuan pembangunan dan pertumbuhan penduduk menyebabkan kebutuhan akan air bersih terus meningkat. Sementara kerusakan lingkungan dan pencemaran telah menyebabkan sumber air bersih di permukaan terus berkurang. Sebagai solusinya orang mulai mengeksplorasi dan mengeksploitasi air bawah permukaan bumi untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih.

Metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan, termasuk keberadaan air di bawah permukaan. Prinsip dasar metode geolistrik tahanan jenis adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian diukur beda potensial yang terjadi melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang diubah-ubah, kemudian diturunkan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah permukaan. Susunan elektroda (konfigurasi) saat melakukan survei akan mempengaruhi hasil pencitraan. Terdapat banyak aturan konfigurasi elektroda seperti konfigurasi Wenner, Schlumberger, dan Dipole-dipole. Konfigurasi elektroda yang berbeda memiliki respon dan sensitivitas yang berbeda terhadap variasi struktur yang ada di bawah permukaan bumi. Selain itu metode geolistrik tahanan jenis ini memiliki banyak aplikasi yang berbeda seperti teknik lingkungan, sipil, geoteknik, hidrogeologi, dan arkeologi. Pilihan konfigurasi elektroda yang tepat akan menentukan kualitas pencitraan bawah permukaan yang diperoleh. Tipe konfigurasi selain menentukan kualitas pencitraan, juga menentukan efektifitas dan efisiensi survei yang berhubungan nantinya dengan kebutuhan dana dan sumber daya. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi melalui eksperimen di laboratorium untuk memperoleh konfigurasi elektroda yang memberikan informasi paling optimum untuk survei air tanah.

## 2. Perumusan Masalah

Metode resistivitas adalah teknik pencitraan geofisika untuk mengetahui struktur lapisan di bawah permukaan bumi. Prinsip dasar metode geolistrik

tahanan jenis adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian diukur beda potensial yang terjadi melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang diubah-ubah, kemudian diturunkan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah permukaan. Besar beda potensial yang dihasilkan selain bergantung pada besar arus yang diinjeksikan juga bergantung pada susunan elektroda-elektroda. Terdapat banyak aturan untuk menempatkan keempat elektroda (lebih dikenal dengan istilah konfigurasi elektroda) tersebut, seperti konfigurasi Wenner, Schlumberger, dan Dipole-dipole.

Metode resistivitas dapat digunakan untuk bidang yang bervariasi seperti teknik lingkungan, sipil, geoteknik, hidrogeologi, dan arkeologi. Aplikasi yang sangat berbeda ini memerlukan pemilihan konfigurasi elektroda yang cocok untuk keadaan geologis yang disidiki. Pilihan konfigurasi elektroda yang tepat akan menentukan kualitas pencitraan bawah permukaan yang diperoleh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi konfigurasi elektroda yang terbaik untuk survei air tanah. Untuk itu dibuat suatu model fisis yang menyerupai keadaan reservoir air tanah yang berada di bawah permukaan. Dengan menggunakan model ini dilakukan eksperimen resistivitas dengan beberapa tipe konfigurasi elektroda untuk mengidentifikasi konfigurasi yang memberikan hasil paling optimum.

### 3. Tinjauan Pustaka

Metode geofisika dikembangkan untuk memperkirakan struktur bawah permukaan bumi secara kuantitatif. Salah satu kelebihan metode geofisika adalah bahwa metode ini merupakan pengukuran tanpa merusak (Burger, 1992). Salah satu metode geofisika yang banyak dipakai adalah metode geolistrik tahanan jenis (*resistivity*). Sampai akhir 1980-an, hanya metode resistivitas *sounding* dan *mapping* sederhana yang tersedia (Telford et al., 1990). Data biasanya diperoleh dengan salah satu dari konfigurasi elektroda: Wenner, Schlumberger, dipole-dipole, pole-dipole, atau pole-pole. Dengan diperkenalkannya sistem akuisisi data multi-elektroda dan skema inversi yang efisien telah dimungkinkan untuk

melakukan pencitraan resistivitas dari struktur yang relatif kompleks. Metode resistivitas multi-elektroda dapat mengidentifikasi struktur sesar yang kompleks (Kiyoshi et al, 2000). Metode resistivitas dapat digunakan untuk bidang yang bervariasi. Hal ini memerlukan pemilihan konfigurasi elektroda yang cocok untuk keadaan geologis yang diselidiki. Pilihan konfigurasi elektroda yang tepat akan menentukan kualitas pencitraan bawah permukaan yang diperoleh. Untuk dapat membandingkan efektivitas antar konfigurasi maka setiap konfigurasi perlu diterapkan pada suatu model yang strukturnya diketahui.

#### **4. Metodologi**

##### **4.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2008 sampai Juni 2009 di Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika, Universitas Andalas, Padang.

##### **4.2 Perancangan Model**

Penelitian yang bertujuan untuk menentukan konfigurasi elektroda yang optimum untuk survei air tanah ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan model fisis. Untuk itu dibuat suatu model fisis yang menyerupai keadaan reservoir air tanah yang berada di bawah permukaan bumi (Gambar1). Lapisan tanah dimodelkan dengan lapisan pasir yang diletakkan di dalam bak kaca (ukuran: 213 cm x 80 cm x 90 cm). Sedangkan reservoir air dimodelkan dengan kotak plastik (33 cm x 33 cm x 13 cm) dan kotak besi (80 cm x 30 cm x 15 cm). Foto bahan-bahan dan model fisik yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 4.3 Akuisisi Data

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *R-50 DC Resistivitymeter Soiltest* dengan seperangkat elektroda dan kabel. Elektroda adalah logam yang digunakan untuk mengalirkan arus ke dalam bumi dan biasanya terbuat dari tembaga dan kuningan. Sebagai sumber tegangan digunakanlah *accu* basah. Selain itu, juga digunakan palu dan meteran sebagai alat tambahan. Foto-foto peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tahapan Akuisisi data:

- Menentukan posisi model-reservoir dan meletakkannya di dalam lapisan pasir.
- Menentukan jenis konfigurasi elektroda yang akan digunakan.
- Membuat tabel akuisisi data.

Tabel akuisisi data berisi semua informasi yang dibutuhkan dalam tahap akuisisi dan pengolahan data. Tabel ini berisi: nama survei, jarak elektroda terpendek, tipe array, jumlah total titik data, tipe lokasi-x dari titik data, jarak elektroda, dan resistivitas semu. Kedalaman pasir adalah 70 cm. Rentang pengukuran yang digunakan adalah 170 cm dengan jarak dari dinding kaca adalah 20 cm. Spasi elektroda minimum adalah 5 cm. Untuk konfigurasi Wenner jarak spasi elektroda dimulai dari 5 cm dan kemudian diperbesar dengan faktor pengali  $n$  ( $n=1,2,3, \dots$  dan seterusnya sampai rentang maksimum tercapai). Untuk konfigurasi Schlumberger jarak elektroda  $MN$  adalah tetap  $a$ , (dalam penelitian ini digunakan jarak 5 cm). Kemudian, jarak  $AM$  atau  $NB$  diperbesar secara gradual sebesar  $na$  (dengan  $n = 1,2,3, \dots$  dan seterusnya sampai rentang maksimum tercapai).

- Pelaksanaan Akuisisi data

Setelah tahap (a) sampai (c) dilakukan, maka dilakukan pengambilan data untuk kedua konfigurasi sesuai tabel akuisisi data yang sudah dibuat. Data yang diperoleh dari tahap ini adalah data arus ( $I$ ) dan potensial ( $V$ ) untuk setiap titik data. Semua tahap akuisisi data di atas dilakukan untuk lapisan homogen (tanpa anomali) dan lapisan dengan anomali untuk kedua jenis konfigurasi elektroda.

#### 4.4 Pengolahan Data

Tahap pertama pengolahan data adalah melengkapi tabel akuisisi data, yaitu menghitung nilai resistivitas semu untuk setiap titik data. Data ini selanjutnya akan diolah dengan metode inversi dengan software RES2DINV untuk menampilkan struktur dua dimensi lapisan berdasarkan nilai resistivitas. Untuk dapat diproses dengan program RES2DINV maka data resistivitas harus disimpan dalam *file* bertipe *text*. Untuk itu dapat digunakan salah satu teks editor seperti program NOTEPAD. Agar data dapat dibaca dan diolah oleh program RES2DINV maka data disimpan dengan format tertentu yang telah ditetapkan.

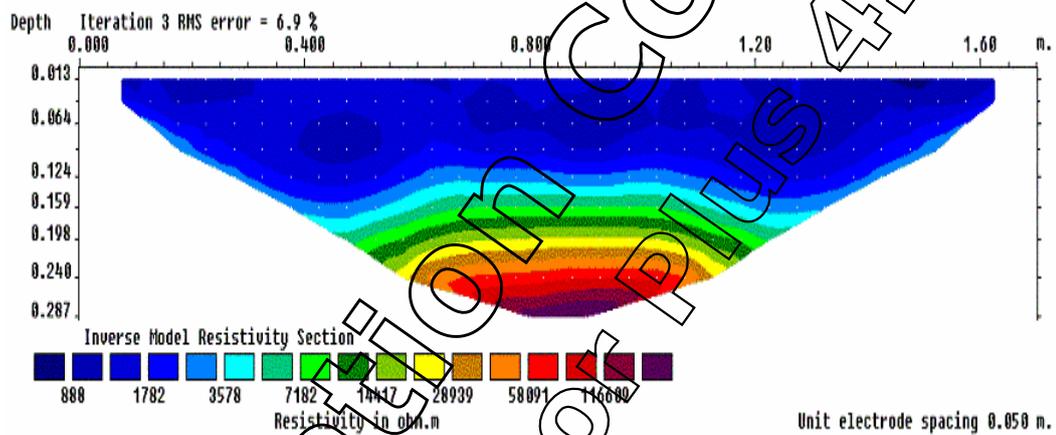
#### 5. Hasil Dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dilakukan interpretasi dan analisis terhadap penampang resistivitas dua dimensi hasil inversi untuk masing-masing konfigurasi.

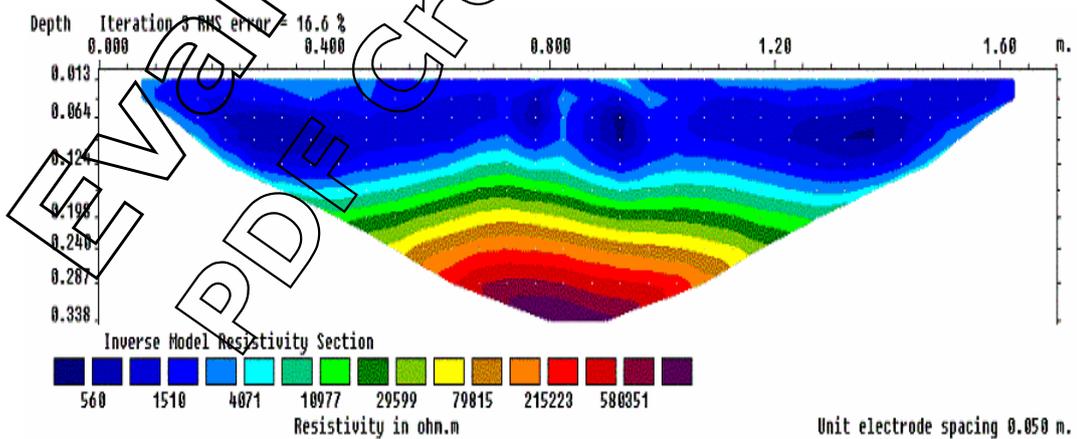
##### 5.1 Perbandingan Hasil Inversi untuk Lapisan Pasir Homogen Tanpa Anomali

Perbandingan hasil antara konfigurasi Wenner dan Schlumberger untuk lapisan pasir homogen tanpa anomali dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Gambar 3 adalah hasil inversi untuk konfigurasi Wenner yang menunjukkan bahwa lapisan terdiri atas beberapa lapisan dengan harga tahanan jenis berkisar dari 888  $\Omega.m$  sampai 146609  $\Omega.m$  dengan *error* sebesar 6,9%. Gambar 4 adalah hasil inversi untuk konfigurasi Schlumberger yang menunjukkan bahwa lapisan terdiri atas beberapa lapisan dengan harga tahanan jenis berkisar dari 560  $\Omega.m$  (biru tua) sampai 580351  $\Omega.m$  (merah tua) dengan *error* sebesar 16,6%. Seharusnya, penampang resistivitas hasil inversi untuk kedua konfigurasi hanya terdiri atas satu nilai resistivitas saja karena lapisan adalah lapisan pasir homogen (Gambar 2). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kepadatan lapisan dari atas ke bawah yang mempengaruhi hasil pengukuran. Namun, jika dilihat dari penetrasi arus yang dihasilkan konfigurasi Schlumberger lebih dalam daripada konfigurasi Wenner. Konfigurasi Schlumberger mampu menjangkau hingga kedalaman 33,8 cm sedangkan konfigurasi Wenner hanya sampai pada kedalaman 28,2 cm.

**Gambar 2** Model fisik survei geolistrik dua dimensi untuk pasir putih homogen



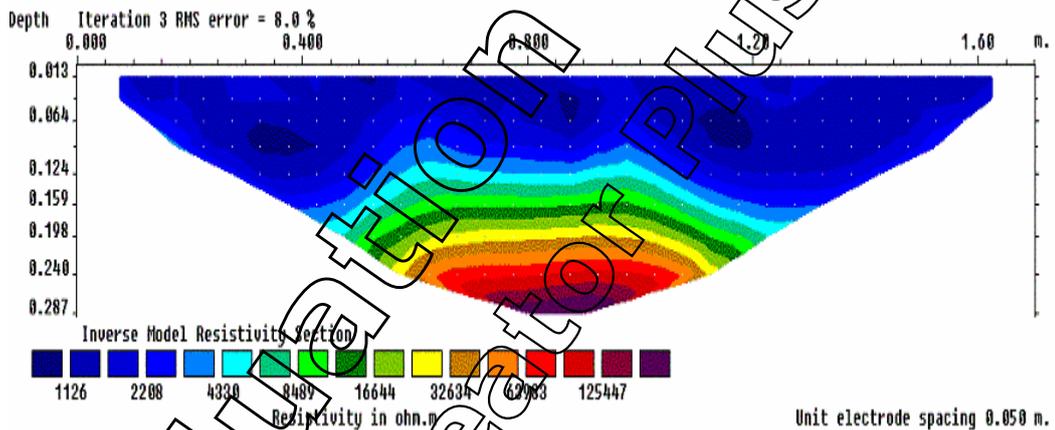
**Gambar 3** Penampang tahanan jenis konfigurasi elektroda Wenner untuk pasir putih homogen



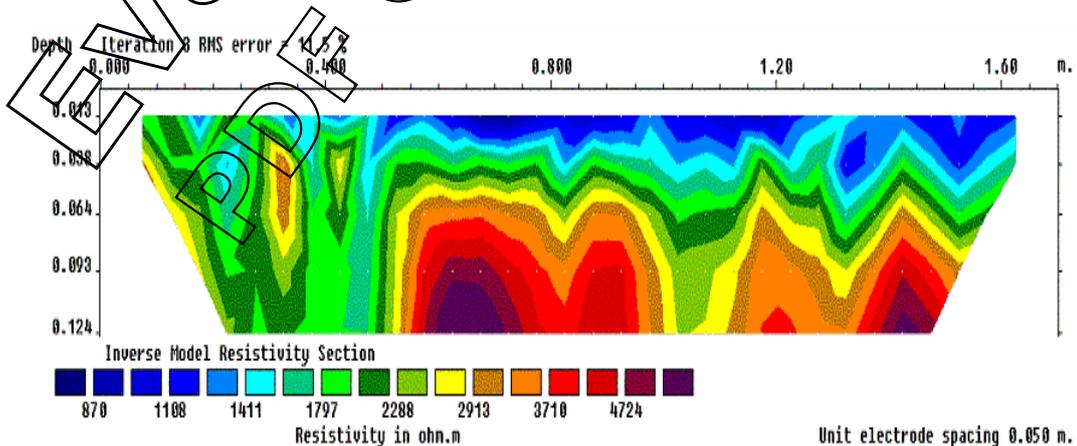
**Gambar 4** Penampang tahanan jenis konfigurasi elektroda Schlumberger untuk pasir homogen

## 5.2 Perbandingan Hasil Inversi untuk Lapisan Pasir Putih Homogen dengan Anomali Air dalam Kotak Plastik

**Gambar 5** Model fisik survei geolistrik dua dimensi untuk pasir putih dengan anomali air dalam kotak plastik.



**Gambar 6** Penampang tahanan jenis konfigurasi Wenner untuk pasir putih dengan anomali air dalam kotak plastik.



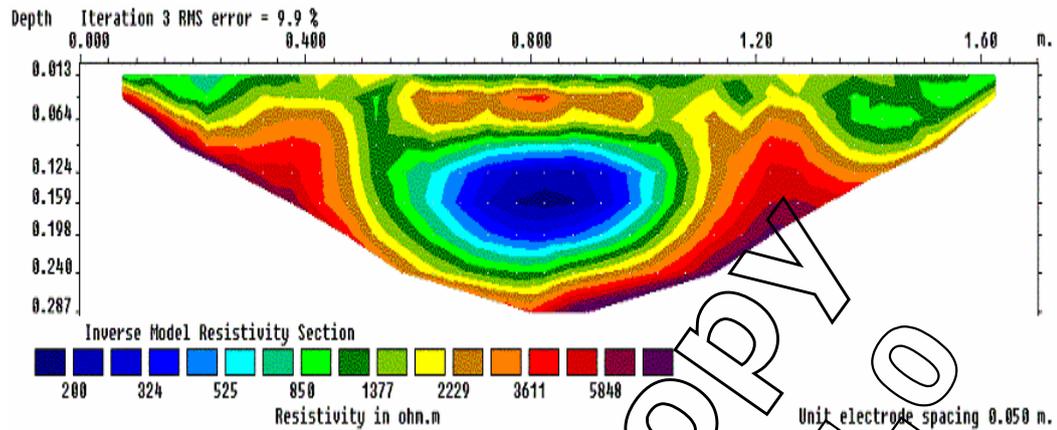
**Gambar 7** Penampang tahanan jenis konfigurasi Schlumberger untuk pasir putih dengan anomali air dalam kotak plastik

Kotak plastik diletakkan pada kedalaman 20 cm dari permukaan pasir. Sedangkan kedalaman tancapan elektroda adalah 13 cm,. Jadi secara praktis kedalaman kotak plastik adalah 7 cm. Perbandingan hasil antara konfigurasi Wenner dan Schlumberger untuk lapisan pasir homogen dengan anomali air dalam kotak plastik dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7. Dari Gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa untuk anomali berupa air dalam kotak plastik, konfigurasi Wenner memiliki *error* 8% sedangkan konfigurasi Schlumberger memiliki *error* 11,5%. Secara umum kedua konfigurasi belum berhasil mendeteksi adanya anomali dengan baik (bandingkan dengan Gambar 5). Untuk konfigurasi Wenner hanya terdapat sedikit perbedaan hasil antara lapisan pasir tanpa dan dengan anomali. Sedangkan untuk konfigurasi Schlumberger menunjukkan hasil yang lebih baik. Konfigurasi ini sudah dapat mendeteksi adanya anomali walaupun tidak terlalu jelas.

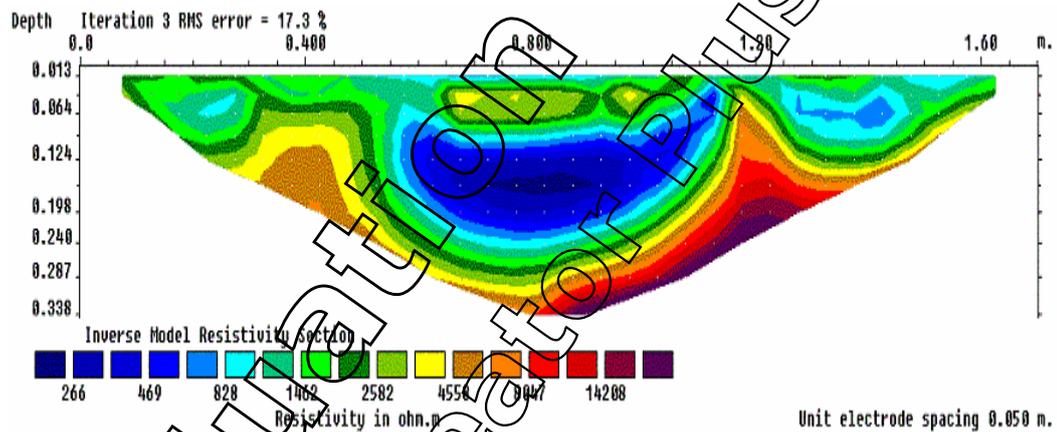
### **5.3 Perbandingan Hasil Inversi untuk Lapisan Pasir dengan Anomali Air dalam Kotak Besi**

Anomali kotak besi mempunyai ukuran 80 cm x 30 cm x 15 cm dan diletakkan pada kedalaman 20 cm dari permukaan pasir. Jarak dari dinding bak kaca adalah 65 cm sehingga jika dilihat dari posisi awal pengukuran kotak besi berada pada jarak 45 cm. Perbandingan hasil antara konfigurasi Wenner dan Schlumberger untuk lapisan pasir dengan anomali air dalam kotak besi dapat dilihat dari Gambar 9 dan 10.

**Gambar 8** Model fisik survei geolistrik dua dimensi untuk pasir putih dengan anomali air dalam kotak besi



**Gambar 9** Penampang tahanan jenis konfigurasi Wener untuk pasir putih dengan anomali air dalam kotak besi



**Gambar 10** Penampang tahanan jenis konfigurasi Schlumberger untuk pasir putih dengan anomali air dalam kotak besi.

Dari Gambar 10 dan 11 dapat dilihat bahwa kedua konfigurasi dapat mendeteksi adanya anomali dengan cukup baik. Konfigurasi Wenner memiliki error 9,9 %, sedangkan konfigurasi Schlumberger memiliki error 17,3%. Tetapi, konfigurasi Schlumberger memiliki ukuran anomali yang lebih mendekati ukuran anomali yang sebenarnya.

#### 5.4 Perbandingan Hasil Inversi antara Anomali Kotak Plastik dan Besi

Untuk kedua konfigurasi Wenner dan Schlumberger anomali berupa air dalam kotak besi lebih mudah dideteksi dari pada anomali air dalam kotak plastik (Bandingkan Gambar 6 dan 7 dengan Gambar 10 dan 11). Hal ini terjadi karena

kotak besi bersifat sebagai konduktor sedangkan kotak plastik bersifat sebagai isolator. Ketika kotak besi berada di dalam lapisan tanah maka akan terdapat kontras resistivitas yang besar karena tanah bersifat isolator. Berbeda dengan anomali kotak plastik, ketika berada di dalam lapisan pasir maka keduanya bersifat isolator sehingga lebih sulit terdeteksi.

## 5. Kesimpulan

Dalam batasan data penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Konfigurasi Schlumberger dan konfigurasi Wenner mempunyai kemampuan deteksi anomali yang tidak jauh berbeda.
2. Konfigurasi Schlumberger mempunyai penetrasi arus yang lebih dalam (yaitu sekitar 33 cm) daripada konfigurasi Wenner (sekitar 28 cm).
3. Konfigurasi Schlumberger mempunyai *error*-inversi yang lebih besar (yaitu antara 8% sampai 9,9%) daripada konfigurasi Wenner (15% sampai 17,3%).
4. Untuk kedua jenis konfigurasi, anomali yang bersifat konduktif lebih mudah dideteksi daripada anomali yang bersifat isolatif.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana DIPA Unand Tahun 2009

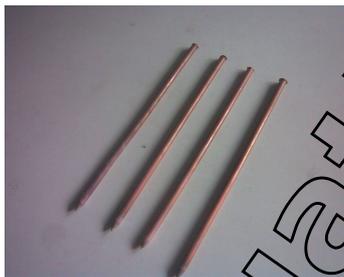
## 7. Daftar Pustaka

1. Burger, R.H., 1992, *Exploration Geophysics of The Shallow Subsurface*, Prentice Hall.
2. Dobrin, B.M., C.H. Savit, 1988, *Introduction to Geophysical Prospecting*, Fourth Edition, McGraw-Hill International Edition.
3. Kiyoshi F., and Osamu I., 2000, Resistivity Structure Of The Central Part Of The Yamasaki Fault Studied By The Multiple Electrodes Resistivity Method, *Earth Planets Space*, 52, 567–571

4. Lee J. P., 2005, Investigating the Performance of Electrical Resistivity Arrays
5. Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E., 1990, Applied Geophysics, Cambridge University Press.

Evaluation Copy  
PDF Creator Plus 4.0

## Lampiran1: Alat-Alat Penelitian



Lampiran 1: Peralatan yang digunakan pada penelitian: a. R-50 DC Resistivitymeter Soiltest b. Elektroda c. Kabel d. Accu basah e. Palu f. Meteran.

## Lampiran2: Bahan-Bahan Penelitian



a.



b.



c.

Lampiran 2: Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian: a. Bak kaca yang berisi pasir putih setinggi 70 cm. b. Wadah plastik berukuran 33 cm x 33 cm x 13 cm c. Wadah besi berukuran 80 cm x 30 cm x 15 cm.