

PENGARUH PERENDAMAN PASIR MALELO DENGAN HNO₃ TERHADAP EFISIENSI PENJERAPAN KROMIUM

Oleh:

**Siti Sulastri, Susila Kristianingrum dan
Retno Arianingrum
Staf Pengajar FMIPA UNY**

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of soaking nitrate acid of Malelo sand to adsorption efficiency of chromium (Cr). The Malelo sand was prepared by soaking in nitric acid with variation of concentration were 17,5; 35 and 70% for 24 hours at room temperature. The adsorption efficiency of chromium was determined based on concentration of chromium residue after adsorption, which measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The characterization of Malelo sand determined using FTIR and XRD. The result indicated that the mean of adsorption efficiency of chromium on Malelo sand without preparation and soaking in nitrate acid with variation concentration 17,5; 35 and 70% were 91,36; 92,40; 92,72 and 94,004% respectively.

Key words: soaking, Malelo sand, nitrate acid, efficiency of adsorption, and Chromium

PENDAHULUAN

Dewasa ini kontaminan logam berat di lingkungan menjadi permasalahan besar karena keberadaannya di tanah, air dan udara semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kegiatan-kegiatan industri seperti pertambangan minyak, emas, batubara, pembangkit tenaga listrik, peleburan logam, pabrik pupuk dan industri lainnya. Kromium (Cr) merupakan salah satu dari 14 (empat belas) logam berat yang paling berbahaya. Tingkat oksidasi

kromium antara +2 sampai +6, tetapi hanya Cr (III) dan Cr (VI) yang mempunyai kestabilan tinggi, sedangkan bentuk oksida +2, +4 dan +5 sangat tidak stabil dan mudah dioksidasi menjadi +3 dan +6 (Suhendrayatna, 2001: 4). Secara umum kromium dapat bersumber dari pabrik logam non besi, baja, kimia organik, petrokimia, pulp dan kertas, *electroplating*, penyamakan kulit, semen, pupuk, dan lain-lain (Radojevic dan Bashkin, 1999: 360).

Sifat toksisitas Cr (VI) lebih tinggi dibanding Cr (III), karena merupakan agen pengoksidasi kuat dan dengan mudah dapat menembus membran serta bersifat karsinogenik bagi manusia, sedangkan Cr(III) dapat menghambat sistem enzim dan bereaksi dengan molekul organik. Kromium masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur pernapasan dan dalam level tinggi dapat menimbulkan kerusakan ginjal dan paru-paru, disfungsi enzim, dan penyakit paru-paru (*pulmonaeoedema, bronkhitis*). EPA (*Environmental Protection Agency*) memberi batas maksimum 100 µg/L untuk kandungan Cr(III) dan Cr(VI) dalam air minum (Irwin, 1997: 6 – 10 dan Suhendrayatna, 2001: 4).

Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran logam-logam berat adalah dengan mengelola limbah dengan cara adsorpsi menggunakan padatan tertentu yang disebut adsorben. Adsorpsi sangat efektif untuk pemurnian air dan limbah, karena dapat

menjerap kontaminan pada kisaran 1 ppb – 100 ppm, disamping penggunaannya untuk pemisahan dalam kapasitas besar (Ias, 2004).

Dewasa ini karbon aktif dan resin sintetis banyak diaplikasikan secara luas pada industri, dan dimanfaatkan untuk pemurnian air maupun limbah cair. Di sisi lain, penggunaan resin sintetis seperti silika gel dan alumina membutuhkan biaya mahal, sehingga pemanfaatan adsorben lain yang potensial sangat perlu dikembangkan. Berbagai adsorben dari alam seperti zeolit alam, lempung, serta tanah diatomae telah banyak diteliti dan terbukti dapat digunakan untuk mengadsorbsi logam berat.

Oleh karena itu tidak menutup kemungkinan untuk mengembangkan adsorben lainnya seperti pasir Malelo yang banyak dijumpai di desa Karangwuni, Glagah, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penelitian yang dilakukan oleh Siti Sulastrri dan Sutiman (1997) menunjukkan hasil bahwa beberapa jenis tanah liat setelah diberi perendaman, pencucian dan pemanasan sampai 400°C dapat digunakan sebagai adsorben ion-ion logam besi, kromium, dan timbal dengan efisiensi penjerapan yang cukup tinggi. Hasil penelitian Siti Sulastrri, dkk. (2001) menunjukkan pula bahwa pada beberapa jenis tanah akan mengalami kenaikan harga efisiensi penjerapan terhadap ion krom dan timbal, jika diberi perlakuan dengan asam oksidator, asam non oksidator dan juga asam pelarut

yang diamati pada mineral adalah frekuensi getaran regang gugus hidroksil -OH yang dijumpai pada 3700-2000 cm^{-1} . Getaran-getaran lengkung terjadi pada frekuensi yang lebih rendah, yaitu 1630-400 cm^{-1} (Kim, 1991: 142-145). Pada senyawa silikon, siloksan menghasilkan pita kuat pada 1130-1000 cm^{-1} yang merupakan regangan asimetris Si-O-Si. Grup Si-OH menyerap pada daerah 3700-3200 cm^{-1} dan regangan Si-O untuk Si-OH menghasilkan pita kuat pada 910-830 cm^{-1} (Stuart, 1996: 110).

CARA PENELITIAN

Sebagai subyek dalam penelitian ini adalah pasir Malelo dari desa Karangwuni, Kecamatan Glagah, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, sedangkan obyek penelitian adalah efisiensi penjerapan ion logam kromium. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah konsentrasi larutan HNO_3 , yaitu 70%; 35% dan 17,5 % dan sebagai variabel terikat adalah efisiensi penjerapan ion logam kromium.

Proses penjerapan diawali dengan mengaktivasi pasir menggunakan larutan HNO_3 pada konsentrasi yang bervariasi, yaitu: 70%, 35% dan 17,5%. Konsentrasi larutan ion Cr(III) yang dijerap sebesar 0,5 ppm yang dibuat dari kristal $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Waktu kontak larutan ion kromium dengan pasir berlangsung selama 24 jam pada suhu kamar dan sebelumnya dilakukan

pengadukan selama 60 menit. Larutan ion kromium sesudah penjerapan diukur konsentrasinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan ditentukan penjerapan optimalnya yaitu penjerapan maksimal dimana konsentrasi ion logam kromium yang tersisa seminimal mungkin. Karakterisasi dengan FTIR dilakukan pada pasir murni, pasir setelah pengaktifan dari penjerapan optimum, sedangkan karakterisasi XRD dilakukan pada pasir murni. Selain itu dilakukan pula analisis kimia unsur-unsur yang terdapat di dalam pasir Malelo murni. Skema kerja dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

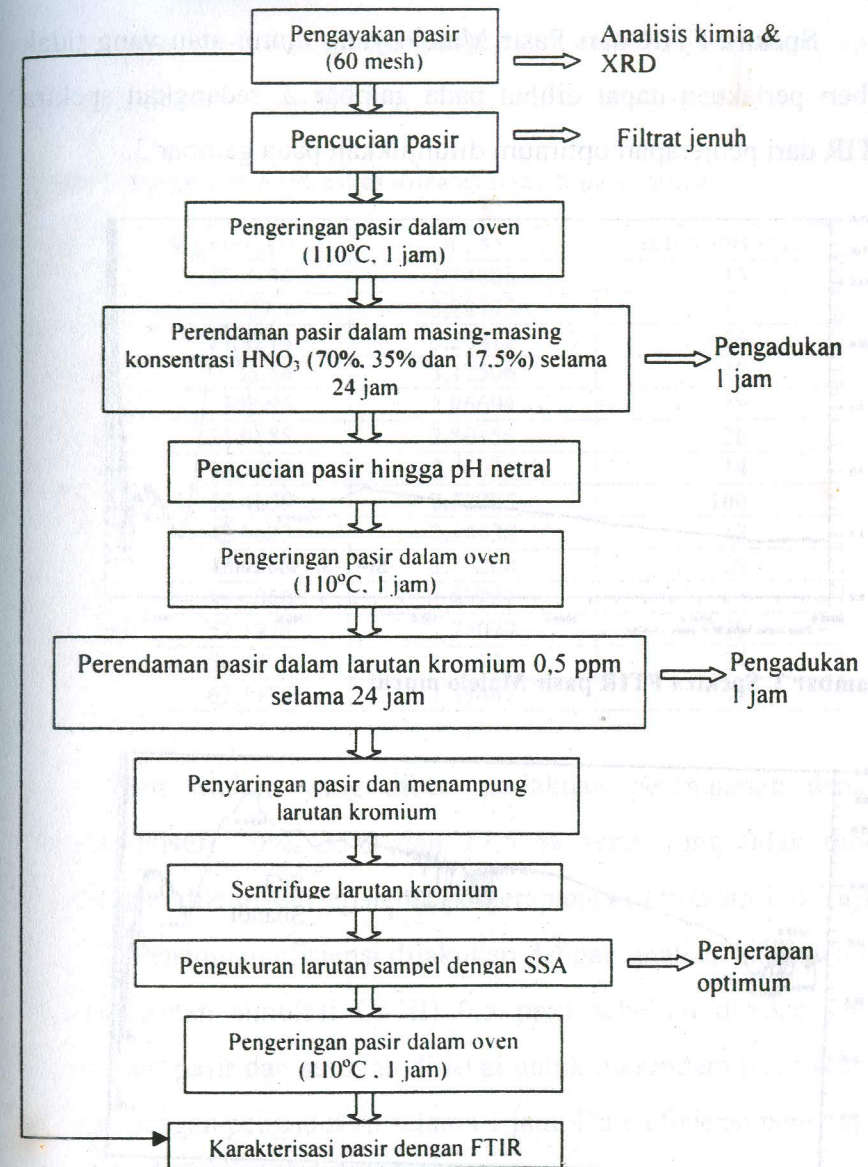
Analisis kimia terhadap pasir Malelo dilakukan di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian Yogyakarta (BPPTK) yang hasilnya tertera dalam Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Kimia Pasir Malelo (%) b/b

Unsur	% (b/b)
SiO ₂	10,69
Al ₂ O ₃	5,30
Fe ₂ O ₃	66,20
CaO	4,49
MgO	6,13
Na ₂ O	0,28
K ₂ O	0,10
MnO	0,67
TiO ₂	5,45
P ₂ O ₅	0,47
H ₂ O	0,22
HD	0,00

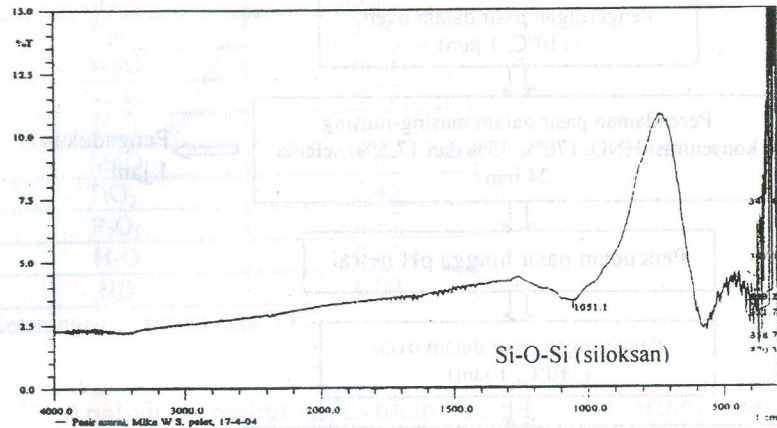
Keterangan : sesuai data XRD

Analisis tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang unsur-unsur yang terkandung di dalam pasir Malelo.

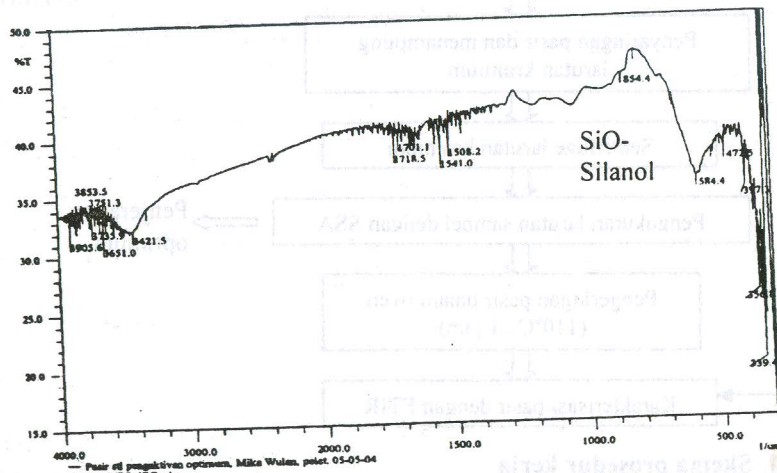


Gambar 1. Skema prosedur kerja

Spektra FTIR dari Pasir Malelo yang murni atau yang tidak diberi perlakuan dapat dilihat pada gambar 2, sedangkan spektra FTIR dari penyerapan optimum ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Spektra FTIR pasir Malelo murni



Gambar 3. Spektra FTIR pasir Malelo setelah pengaktifan optimum

Data Harga d dan intensitas difraksi sinar X pasir murni dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Harga d dan intensitas difraksi sinar X pasir murni

No	2θ (derajat)	d (Å)	Intensitas (%)
1	23,7196	3,74888	15
2	27,1	3,28775	12
3	27,8214	3,20412	56
4	28,54	3,12506	13
5	30,096	2,96694	49
6	31,9185	2,80156	26
7	33,1505	2,70021	14
8	35,4659	2,52905	100
9	42,0633	2,14638	13
10	42,9950	2,10200	20
11	49,7050	1,83281	11
12	52,1978	1,75099	29
13	56,8875	1,61727	24
14	62,5179	1,48447	32

Pasir Malelo yang diberi perlakuan perendaman dengan larutan HNO₃ 70%, 35% dan 17,5 % serta yang tidak diberi perlakuan ditentukan efisiensi penyerapannya terhadap ion logam Cr(III). Penentuan efisiensi dilakukan dengan analisis kadar Cr(III) dalam larutan simulasi Cr(III) 0,5 ppm sebelum dipakai untuk merendam pasir dan sesudah dipakai untuk merendam pasir selama 24 jam dengan pengadukan selama 1 jam. Data efisiensi penyerapan dapat dilihat pada tabel 3.

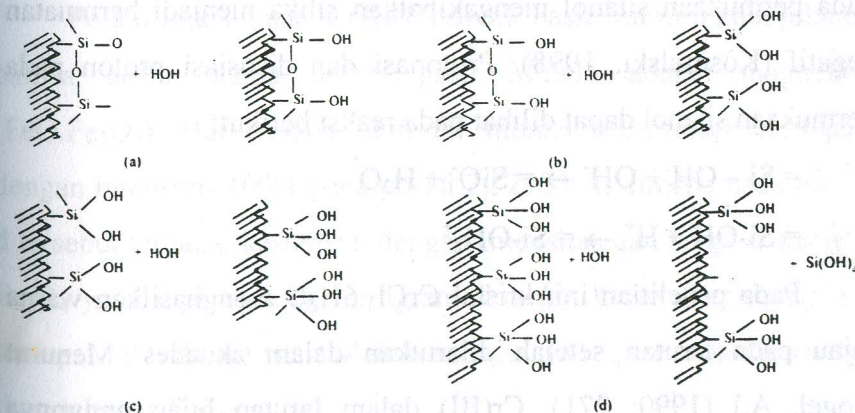
Tabel 3. Data efisiensi penjerapan pasir Malelo tanpa dan dengan perlakuan terhadap larutan simulasi Cr(III) 0,5 ppm.

Pasir	Perlakuan	Efisiensi Penjerapan (%)	Rerata Efisiensi Penjerapan (%)
A	Tanpa perlakuan	90,60	91,36
		91,20	
		91,00	
		92,20	
		91,80	
B	HNO ₃ 17,5%	92,60	92,40
		91,60	
		93,40	
		92,60	
		91,80	
C	HNO ₃ 35%	92,80	92,72
		92,80	
		92,00	
		92,80	
		93,20	
D	HNO ₃ 70%	93,80	94,04
		93,60	
		93,80	
		94,20	
		94,80	

Pembahasan

Berdasarkan spektra FTIR pasir Malelo murni menunjukkan adanya serapan yang terlihat jelas pada bilangan gelombang 105.1 cm⁻¹ (gambar 2) yang menyatakan adanya gugus fungsi Si-O-Si (siloksan). Spektra FTIR untuk pasir yang diberi perlakuan dengan larutan HNO₃ 70% memberikan serapan pada bilangan gelombang 854,4 cm⁻¹, yaitu pada daerah vibrasi SiO- (gambar 3). Perlakuan dengan larutan HNO₃ 70% memberikan efisiensi penjerapan yang

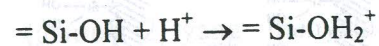
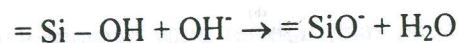
optimum. Dari kedua karakter spektra tersebut dapat dinyatakan bahwa adanya perlakuan akan menyebabkan perubahan struktur/gugus fungsi. Penjerapan logam Cr (III) terjadi melalui gugus silanol. Gugus tersebut dapat terbentuk akibat perendaman pasir yang mengandung gugus Si-O-Si dalam larutan Cr(III). Ketika silika dikontakkan dengan air, maka akan terjadi hidrolisis pada bagian permukaan dan akan segera membentuk gugus silanol. Apabila berinteraksi cukup lama dengan air, maka permukaan cenderung terhidrolisis lebih lanjut membentuk = Si(OH)₂ dan - Si(OH)₃. Hidrolisis selanjutnya akan menghasilkan pemutusan ikatan membentuk asam silikat Si(OH)₄ dalam larutan dan memunculkan permukaan silika yang baru (Somasundaran & Zhang, 1998). Hidrolisis pada spesies permukaan silika disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Hidrolisis pada spesies permukaan silika

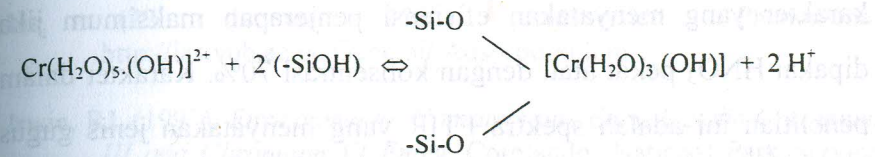
Perbedaan antara permukaan silika dengan permukaan silikat terletak pada jumlah situs yang dapat terion per atom silikon, yang menyebabkan permukaan silikat mempunyai muatan permukaan negatif yang lebih banyak dibanding permukaan silika. Penjerapan yang dilakukan selama 24 jam, kemungkinan merupakan waktu optimum karena dapat menghasilkan efisiensi penjerapan yang maksimum. Proses terjadinya hidrolisis pada permukaan silika hingga terbentuk permukaan silikat dapat dilihat pada gambar 4.

Pasir yang telah direndam dengan larutan asam, kemudian dicuci hingga mendekati pH netral, hal ini disebabkan permukaan silika akan bermuatan positif jika berada pada pH yang sangat asam (< PZC, *Point of Zero Charge*/muatan titik nol) karena terjadi protonasi pada permukaan silanol. Sebaliknya pada lingkungan sekitar pH netral atau asam lemah, pemutusan proton yang terjadi pada permukaan silanol mengakibatkan silika menjadi bermuatan negatif (Kosmulski, 1998). Protonasi dan disosiasi proton pada permukaan silanol dapat dilihat pada reaksi berikut:



Pada penelitian ini, kristal $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ menghasilkan warna hijau pada larutan setelah dilarutkan dalam akuades. Menurut Vogel, A.I. (1990: 271), Cr(III) dalam larutan hijau umumnya terdapat sebagai kompleks heksaakuoklorokromat (III),

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$ dan mudah terhidrolisis membentuk hidrat $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$. Reaksi pertukaran ion logam kromium dengan gugus silanol digambarkan dalam reaksi berikut (El Shafei, 1998):



Interaksi dipol antara gugus silanol yang bermuatan parsial negatif dengan kompleks hidrokso logam yang bermuatan positif bersifat reversibel yang tergantung pada konsentrasi larutan, sifat alamiah ion yang terlibat, temperatur, waktu kontak larutan dengan penukar sehingga tercapai kesetimbangan dengan hasil akhir diperolehnya jumlah yang ekuivalen antara ion-ion yang dipertukarkan.

Pola difraksi sinar X (XRD) untuk pasir murni menunjukkan bahwa unsur utama dalam pasir Malelo adalah magnetite ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Hal tersebut didasari munculnya puncak tertinggi dengan intensitas 100% pada posisi 2,52905 Å, dimana pada harga d tersebut terdapat kesamaan dengan intensitas dan harga d standar Fe_3O_4 yang diperoleh dari program *Powder X-ray*. Disamping itu terdapat SiO_2 dalam pasir Malelo sebagai SiO_2 quartz dan senyawa titan sebagai TiO_2 (*rutile*).

Berdasarkan data-data penelitian ini dapat dinyatakan bahwa karakter pasir Malelo dipengaruhi oleh perlakuan dengan cara direndam dalam HNO_3 . Perlakuan perendaman akan memberikan karakter yang menyatakan efisiensi penjerapan maksimum jika dipakai HNO_3 pekat atau dengan konsentrasi 70%. Karakter dalam penelitian ini adalah spektra FTIR yang menyatakan jenis gugus fungsi dan dihubungkan dengan efisiensi penjerapan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam berbagai bidang, antara lain untuk memperoleh alternatif bahan penjerap bahan beracun berbahaya (B_3), khususnya ion Cr(III) dalam bahan lingkungan. Untuk pemakaian sebagai bahan penjerap jenis bahan beracun berbahaya yang lain, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Kecuali itu, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam bidang analisis kimia, khususnya untuk memberikan alternatif bahan untuk kolom pada kromatografi.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian, maka dapat dirumuskan kesimpulan bahwa makin tinggi kadar asam nitrat yang digunakan untuk perendaman pasir Malelo, makin tinggi efisiensi penyerapannya terhadap kromium, dengan nilai maksimum pada konsentrasi asam nitrat 70%.

DAFTAR PUSTAKA

- El Shafei, G.M. (1998). Silica Surface Chemical Properties. *Adsorption on Silica Surface*. Surfactant Science Series. (90): 36 – 58
- Ias. (22 Januari 2004). Adsorption Phenomena. [http://ias.vub.ac.be/General/ Adsorption.htm](http://ias.vub.ac.be/General/Adsorption.htm)
- Irwin, R.J. (1997). *Environmental Contaminants Encyclopedia Chromium III and Chromium VI Entry*. Colorado: National Park Service Water Resources Divisions.
- Kim, HT. (1991). *Dasar-dasar Kimia Tanah*. (Terjemahan, didiek H.G). Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kosmulski, M. (1998). Sorption on Heavy Metal Cation on Silica. *Adsorption on Silica Surface*. Surfactant Science Series (90): 400-438.
- Masel, R.I.(1996). *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*. New York:: John Wiley & Sons, Inc.
- Rodojevic, M. and Bashkin, V. (1999). *Practical Environmental Analysis*. Cambridge: The Royal Society Chemistry.
- Siti Sulastri dan Susila, K. (2003). Karakterisasi Tanah Diatomae dari Desa Sangiran dan Hubungannya dengan Penjerapan Unsur Berbahaya dalam bahan Lingkungan. *Proceeding Seminar*. Jurusan Pendidikan Kimia UNY, Yogyakarta.
- Siti Sulastri, Susila K., Eddy S., Suwardi, Endang D.S. (2001). *Pengaruh Asam pada Berbagai jenis Tanah dan Hubungannya dengan Peningkatan Manfaat*. UNY, Yogyakarta
- Siti Sulastri dan Sutiman. (1997). *Pemanfaatan Tanah Liat Sebagai Penjerap Unsur Berbahaya dalam Bahan Lingkungan (Laporan Penelitian)*, UNY, Yogyakarta

- Somasundaran, P. dan Zhang, L. (1998). Modification of Silica-Water Behavior. *Adsorption on Silica surface*.90: 442 – 452
- Stuart, B. (1996). *Modern Infrared Spectroscopy*. John Willey & Sons., Inc, Chichester.
- Suhendrayatna. (2001). Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Microorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan. *Seminar on-Air Bioteknolog untuk Indonesia Abad 21*. Departmen of Applied Chemistry and Chemichal Engineering Faculty of Engineering Kagoshima University, Japan.
- Vogel. (1990). *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. (Terjemahan : L. Setiono, A. Hadyana Pudjjatmaka). Kalman Media Pustaka, Jakarta.

ANALISIS TEGANGAN ELEMEN FOTOVOLTAIK DENGAN VARIASI DAYA DAN JARAK SUMBER CAHAYA

Oleh:
Edi Istiyono
Staf Pengajar FMIPA UNY

Abstract

The purposes of this experiment is to observe relationship between power and light some distance toward diode voltage result on some kinds of lamp. Sample of the experiment is photo diode S2387-1010R and the lamps are Dop, Philips, and Eterna. Voltage of photo diode is measured directly with voltmeter. Based on analyzing of data, it found that increasing of power of light sources cause-increasing voltage of photovoltaic element. The increasing of light source brings out decreasing voltage of photovoltaic element. The Eterna lamp is better than Philips, and Philips is better than DOP.

Key words: power, distance, photo diode, and voltage of photovoltaic element.

PENDAHULUAN

Menurut salah satu perkiraan inti matahari merupakan suatu tungku termonuklir bersuhu 100 juta derajat celcius. Setiap detik matahari mengkonversi lima ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luar sebanyak $6,41 \cdot 10^7$ W/m². (Abdul Kadir, 1995:15). Kerapatan radiasi surya saat memasuki atmosfer bumi diperkirakan 560 kW/m². Jika angka perkiraan itu benar, dengan luas sebesar 2 juta km² dan efisiensi 10%, Indonesia akan