

Pemurnian Pasir Silika dengan Metode Leaching Asam dan bantuan Sonikasi

Magvirah Januarty, Yuyun Yuniarti, Sumarno, dan Prida Novarita T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: onramus@chem-eng.its.ac.id

Abstrak- Pasir silika atau pasir kuarsa adalah salah satu material alam yang melimpah di Indonesia. Di alam silika sulit didapatkan sebagai unsur dengan kemurnian tinggi karena memiliki afinitas tinggi terhadap oksida dan atom lainnya. Metode pemurnian silika dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya yaitu metode sonikasi dengan menggunakan bantuan leaching asam. Pada umumnya media leaching yang digunakan adalah asam kuat seperti HCl, H₂SO₄, dan HF. Penggunaan asam kuat ini akan menghasilkan limbah yang memerlukan penanganan khusus sebagai limbah B3 (*waste water treatment*). Sehingga pada penelitian ini digunakan asam oksalat sebagai media leaching yang lebih ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari pengaruh sonikasi pada proses pemurnian pasir silika dan untuk menemukan media leaching yang bagus untuk mendapatkan pasir silika dengan kemurnian tinggi. Pasir silika hasil sonikasi dianalisa dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Hasil analisa XRF menunjukkan bahwa kemurnian silika meningkat dari 97,75 % sampai 99,45% dengan kadar Fe₂O₃ 0,07%. Sedangkan hasil analisa SEM menunjukkan perubahan morfologi dari pasir silika setelah dilakukan proses sonikasi dengan media leaching aquadest dan asam oksalat. Diperoleh pasir silika dengan kemurnian tinggi pada media leaching asam oksalat konsentrasi 1 g/L dan waktu sonikasi selama 40 menit.

Kata kunci : pemurnian, pasir silika, sonikasi, leaching, asam oksalat

I. PENDAHULUAN

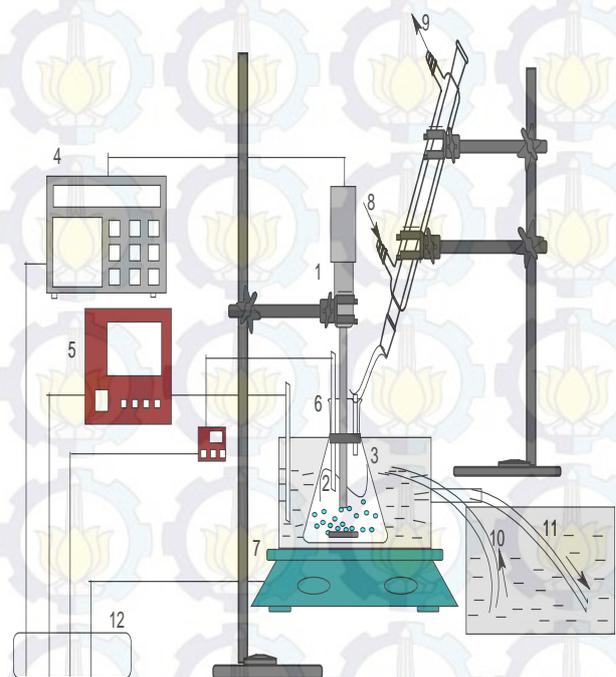
Pasir silika atau pasir kuarsa adalah salah satu material alam yang melimpah di Indonesia. Pada tahun 2010 tercatat bahwa total sumber daya pasir silika sebesar 18 miliar ton^[1]. Di alam, silika sulit didapatkan sebagai unsur dengan kemurnian tinggi, karena memiliki afinitas tinggi terhadap oksida dan atom lain dengan elektronegativitas tinggi. Secara kimia, ikatan antara oksigen dengan silikon bersifat 50% kovalen dan 50% ionik, sehingga membentuk ikatan yang kuat^[2]. Kandungan pengotor yang terdapat didalam pasir silika dapat mempengaruhi kualitas pasir silika dan produk berbahan baku pasir silika seperti merusak transmisi dari fiber optik dan transparansi pada industri kaca, menghitamkan produk keramik dan menurunkan titik leleh dari material refraktori. Sehingga dalam penggunaannya pasir silika perlu dimurnikan terlebih dahulu.

Pemilihan metode pemurnian yang tepat didasarkan pada bentuk dan distribusi mineralogi pengotor didalam biji partikel silika. Pengotor yang melapisi permukaan silika dapat dibersihkan secara fisik tetapi tidak efektif. Selain itu juga proses pemurnian silika dapat dilakukan dengan proses leaching asam, baik dengan menggunakan asam organik dan asam anorganik^[3]. Proses pemurnian silika juga dapat

dilakukan dengan metode leaching dan proses sonikasi. Sonikasi pada proses pemurnian silika digunakan sebagai energi untuk mempercepat proses leaching^[4]. Asam yang digunakan sebagai media leaching yaitu asam oksalat. Pada penelitian ini menggunakan *direct sonication* dengan sistem heterogen. Oleh karena itu proses pemurnian pasir silika untuk mendapatkan kemurnian yang tinggi dengan metode sonikasi dan penggunaan asam oksalat sebagai media leaching perlu dipelajari lebih lanjut.

II. URAIAN PROSES

Penelitian ini diawali dengan membuat campuran antara pasir silika dan larutan (tanpa atau dengan asam oksalat) dengan perbandingan 1:10 (w/v) didalam reaktor. Setelah itu mengkondisikan suhu *water bath* sesuai dengan suhu operasi, kemudian meletakkan reaktor pada *water bath*. Lalu melakukan proses sonikasi sesuai variabel waktu. Setelah proses sonikasi selesai, hasil sonikasi didinginkan secara cepat, kemudian memisahkan antara pasir silika dan larutan. Pasir silika hasil sonikasi dicuci dengan menggunakan aquadest, sedangkan untuk larutan disentrifugasi selama 15 menit, lalu dipisahkan antara filtrat dan endapan hasil sentrifugasi. Sampel padatan pasir silika hasil sonikasi dianalisa dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *X-Ray Fluorescence* (XRF), sedangkan untuk larutan hasil sonikasi dianalisa dengan Spektrofotometer UV-Vis. Skema peralatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Skema Peralatan Proses Sonikasi pada Pemurnian Silika

Keterangan:

1. Probe ultrasonic
2. Reaktor
3. Water bath
4. Generator Ultrasonik
5. Thermostat
6. Termocouple
7. Magnetic Stirrer
8. Air pendingin masuk
9. Air pendingin keluar
10. Air masuk
11. Air keluar
12. Sumber listrik

III. HASIL DAN DISKUSI

III.1 Karakterisasi Pasir Silika

Pasir silika yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari tambang. Adapun karakterisasi dari pasir silika dapat diperoleh dari hasil analisa kuantitatif dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Hasil dari analisa XRF dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisa XRF pasir silika sebelum dicuci

Komponen	Kadar (wt.%)
SiO ₂	96.06
Al ₂ O ₃	2.61
CaO	0.424
Fe ₂ O ₃	0.302
MgO	0.200
K ₂ O	0.158
Na ₂ O	0.124
S	0.0417
P ₂ O ₅	0.0360
TiO ₂	0.0307
Cr ₂ O ₃	0.0120
MnO ₂	0.0094
ZnO	0.0015

Sebelum pasir silika dimurnikan dengan proses sonikasi, pasir silika dicuci terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan clay yang terdapat pada pasir silika. Hasil analisa secara kuantitatif dengan menggunakan analisa XRF dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisa XRF pasir silika setelah dicuci

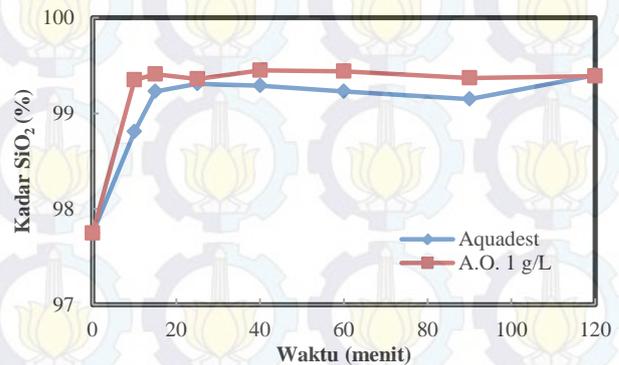
Komponen	Kadar (wt.%)
SiO ₂	97.75
Al ₂ O ₃	1.38
CaO	0.302
Fe ₂ O ₃	0.149
MgO	0.115
K ₂ O	0.106
Na ₂ O	0.0954
S	0.0282
P ₂ O ₅	0.0276
TiO ₂	0.0255
Cr ₂ O ₃	0.0124
MnO ₂	0.0071
ZnO	0.0015

Pada Tabel 2 kadar silika yang terdapat pada pasir silika mengalami peningkatan setelah dilakukan proses pencucian. Kadar SiO₂ awal yaitu sebesar 96,06% meningkat menjadi 97,75%. Impuritis yang berada dipermukaan pasir silika terbawa oleh air pencuci sehingga kadar impuritis semakin menurun dan kemurnian silika meningkat.

Proses sonikasi bertujuan untuk merenggangkan jarak antar molekul yang terdapat didalam suatu matriks partikel pasir silika, selain itu juga proses sonikasi bertujuan untuk proses *cleaning* impuritis baik yang terdapat pada permukaan pasir silika dan juga impuritis yang terdapat didalam matriks pasir silika^[6].

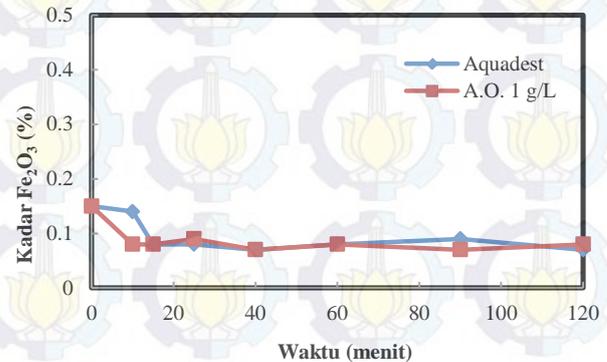
III.2 Analisa X-Ray Fluorescence (XRF)

Analisa XRF bertujuan untuk mengetahui kadar komponen-komponen yang terkandung didalam sampel pasir silika sebelum dan setelah sonikasi. Dari analisa ini, diperoleh kadar komponen yang terkandung didalam pasir silika seperti kadar SiO₂(%), Fe₂O₃(%), dan impuritis lainnya. Pada Gambar 2 dapat dilihat profil kadar SiO₂ pada berbagai variasi konsentrasi asam oksalat dan variasi waktu sonikasi.



Gambar 2. Profil Kadar SiO₂ Setelah Proses Sonikasi (T=30°C) pada Variasi Waktu Sonikasi dan Media Leaching Aquadest Dan Asam Oksalat Konsentrasi 1 g/L

Dari Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa proses sonikasi dengan media leaching aquadest, kadar SiO₂ yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu sonikasi sehingga diperoleh kadar SiO₂ tertinggi 99,40% dengan waktu sonikasi 120 menit. Sedangkan, proses sonikasi dengan media leaching asam oksalat konsentrasi 1 g/L diperoleh kadar SiO₂ sebesar 99,45% pada waktu 40 menit. Pada proses leaching dengan bantuan sonikasi terjadi peristiwa *microjetting* yang dihasilkan dari tumbukan antar partikel padatan dan bubble kavitasi, dimana peristiwa ini mengakibatkan *cracking* dari partikel dan membantu media leaching untuk mengekstrak impuritis yang terdapat didalam matriks pasir silika, sehingga dihasilkan kadar SiO₂ dengan kemurnian tinggi. Hal dikarenakan adanya degradasi dari bahan atau dekomposisi dari pelarut organik yang disebabkan oleh gelombang ultrasound^[6].

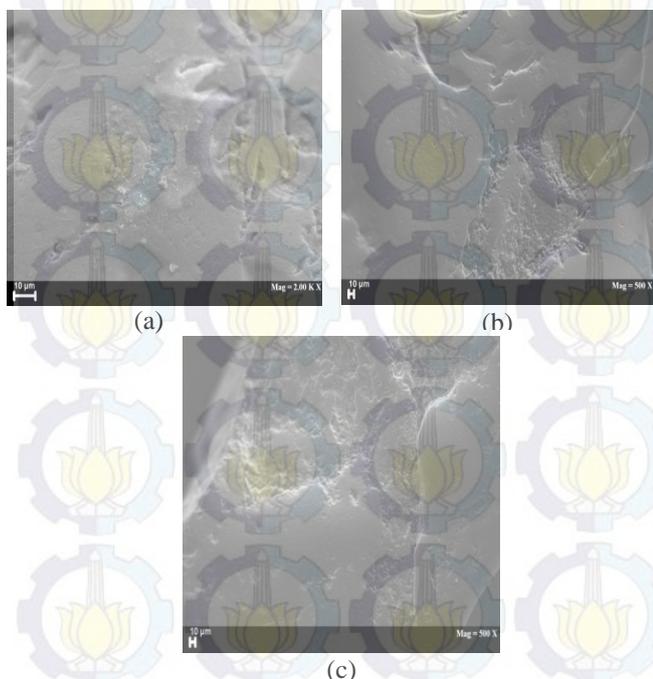


Gambar 3. Profil Kadar Fe₂O₃ Setelah Proses Sonikasi (T=30°C) pada Variasi Waktu Sonikasi dan Media Leaching Aquadest Dan Asam Oksalat Konsentrasi 1 g/L

Gambar 3 menunjukkan bahwa waktu sonikasi dan konsentrasi larutan mempengaruhi kadar Fe_2O_3 didalam sampel pasir silika. Semakin lama waktu sonikasi maka semakin kecil kadar Fe_2O_3 yang terkandung pada partikel silika setelah proses sonikasi dengan berbagai media leaching aquadest dan asam oksalat dalam berbagai konsentrasi. Penurunan kadar Fe_2O_3 ini diakibatkan karena adanya media leaching yang dapat menembus kedalam matriks pasir silika, sehingga dapat melarutkan impuritis Fe_2O_3 yang terdapat dalam matriks pasir silika. Selain itu, penurunan kadar Fe_2O_3 ini diakibatkan karena adanya proses difusi, dimana terjadi perpindahan massa dari impuritis dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi yang rendah^[7].

III.3 Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

Analisa SEM dilakukan untuk mengetahui perubahan bentuk morfologi dari pasir silika sebelum proses sonikasi dan setelah dilakukan proses sonikasi. Analisa morfologi dari pasir silika sebelum dan sesudah proses sonikasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Morfologi pasir silika (a) sebelum proses sonikasi (b) sonikasi aquadest 120 menit dan (c) Sonikasi asam oksalat 40 menit

Gambar 5 menunjukkan bentuk morfologi pasir silika sebelum dan setelah proses sonikasi dengan media leaching aquadest dan asam oksalat 1 g/L pada suhu 30°C menggunakan Analisa Scanning Electrone Microscopy (SEM). Pada Gambar 5 (a) merupakan bentuk morfologi pasir silika yang sebelum dilakukan proses sonikasi, menunjukkan komponen pengotor/impuritis terlihat pada permukaan mineral coating. Gambar 5 (b) menunjukkan bentuk morfologi pasir silika yang telah disonikasi dengan menggunakan aquadest selama 120 menit, mineral masih menempel pada permukaan pasir silika tetapi jumlahnya sangat sedikit. Gambar 5 (c) menunjukkan bentuk morfologi pasir silika setelah proses sonikasi menggunakan media leaching asam oksalat konsentrasi 1 g/L dengan waktu sonikasi 40 menit, menunjukkan bahwa tidak terlihat adanya

impurities yang terdapat pada permukaan pasir silika. Fenomena ini dapat terjadi karena adanya peranan dari gelombang impuls yang kuat yaitu gelombang sonikasi^[5].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses sonikasi dapat digunakan untuk pemurnian pasir silika dengan kemurnian tinggi. Kemurnian silika tertinggi yang diperoleh yaitu 99,45%.
2. Berdasarkan hasil analisa *X-Ray Fluorescence* (XRF) pasir silika tertinggi sebesar 99,45% dengan kadar Fe_2O_3 0,07% diperoleh pada media leaching asam oksalat 1 g/L dan waktu sonikasi selama 40 menit.
3. Berdasarkan hasil analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) diperoleh morfologi pasir silika yang bebas dari impuritis pada pasir silika setelah proses sonikasi dengan asam oksalat konsentrasi 1 g/L dan waktu sonikasi selama 40 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penelitian ini kami banyak mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Sumarno, M.Eng. selaku Kepala Laboratorium Teknologi Material dan selaku dosen pembimbing kami, Prida Novarita T., S.T., M.T. yang telah berkontribusi atas bimbingan dan saran yang telah diberikan, rekan-rekan Lintas Jalur Genap 2012 dan rekan – rekan “*polimer crew*” dan Seluruh pihak yang terkait yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Byan Technology Indonesia. 2011. *Pengolahan Pasir Silika*. [http:// www.byantech.com/ kategori-pabrik/pengolahan-pasir-silika/](http://www.byantech.com/kategori-pabrik/pengolahan-pasir-silika/) (diakses pada tanggal 5 Agustus 2014).
- [2] White, H.M. 2005. *Geochemistry*. John-Hopkins University Press.
- [3] Ming-Tsai, L., Yi-Chin, Y., Ru-Chien, L., Bo-Han, C., Jen-Chieh C., “Yung-Fang, & Yu-Chang. 2012. *Silica Purification By Subcritical Water Leaching*”. Institute of Nuclear Energy Research.
- [4] Garcia, J.L. & Castro, M.D. 2003. “*Ultrasound: a Powerful Tool for Leaching.*” Trends in Analytical Chemistry. 22, 41-47.
- [5] Feihu D., Jingsheng L., Xiaoxia L., & Zhang Z. 2010. “*Improvement of Iron Removal Silica Sand Using Ultrasound Assisted Oxalic Acid*”. Ultrasonics Sonochemistry. 18, 389-393.
- [6] Castro, M. D. L., and Capote F. P. 2006. “*Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry*”. Analytical Applications of Ultrasound. 26, 99-137.
- [7] Martinaz, J. L. C. 2009. *Ultrasound In Chemistry, Analytical Applications*. Portugal:Wiley-VCH.