

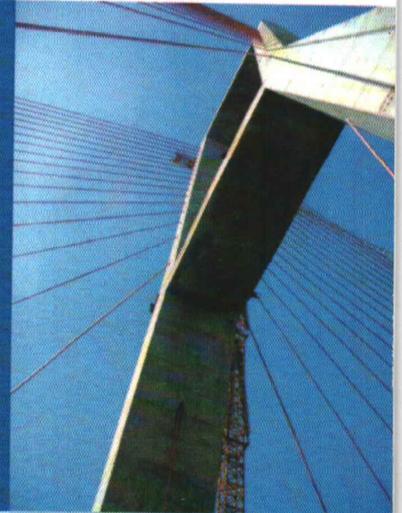
Seminar Nasional-1 BMPTTSSI - KoNTekS 5

Aula Fakultas Teknik USU, Medan, 14 Oktober 2011

Volume I : Infrastruktur, Geoteknik, Material, Transportasi

Prosiding

Peningkatan Peran Riset & Pendidikan Teknik Sipil
dalam Penyelenggaraan Infrastruktur
yang Efektif, Efisien dan Berkelanjutan



Diselenggarakan atas kerja sama:



BMPTTSSI

dengan Jurusan/Program Studi Teknik Sipil



UGM



USU



UAJY



UPH



Unud



Trisakti



UII



UMY



Undip



UnSyiah



UIN



UIR



UIN



UIR

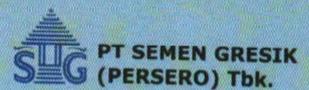


UIR

Editor
Bambang Triatmodjo
Junaedi Utomo
Kevin Kusnanto

Graphic Designer
Wiko Retnanto

Disponsori oleh:



PT PEMBANGUNAN PERUBAHAN
CONSTRUCTION & INVESTMENT

APLIKASI NANOTEKNOLOGI PADA PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI NANO SILIKA DARI SUMBER ALAM INDONESIA

Jonbi¹, Hariandja B², Imran,I³, dan Pane,I⁴

¹ Mahasiswa S3, FTSL, ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung
Email: jbg@cbn.net.id

² Guru Besar FTSL ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung

³ Guru Besar FTSL ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung
Email: iswandi@si.itb.ac.id

⁴ Dosen FTSL ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung
Email: ivpane@googlemail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi beton di dunia telah memasuki era baru yang lebih dikenal sebagai era beton cerdas, dan pada era ini nanoteknologi menjadi pemicu perkembangan teknologi beton yang ada.

Dalam menghadapi era nanoteknologi, Indonesia sebenarnya dapat berperan serta, karena memiliki sumber kekayaan alam seperti minyak bumi, logam, mineral, batu bara dan bahan alam lainnya, namun sayangnya pemanfaatan bahan-bahan tersebut masih sebatas sebagai bahan mentah belum diolah menjadi suatu komoditi andalan. Peningkatan nilai ekonomis sumber kekayaan alam dapat dilakukan dengan nanoteknologi. Bahkan sekarang ini diharapkan dengan perkembangan nanoteknologi proses pengelolaan kekayaan alam bukan lagi sebatas menghasilkan penambahan nilai (*adding value*), tetapi mampu melakukan penciptaan nilai (*creating value*).

Pasir silika sebagai salah satu sumber alam Indonesia, selama ini digunakan sebagai bahan filler dalam campuran beton dan mortar, sehingga belum memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Penelitian ini merupakan aplikasi Nanoteknologi dalam upaya penciptaan nilai (*creating value*) pasir silika menjadi nano silika, dan wujud partisipasi aktif dalam perkembangan nanoteknologi di Indonesia khususnya dalam bidang material konstruksi.

Pasir silika yang digunakan berasal dari Bangka yang telah dilakukan proses *screening* pasir silika dari beberapa daerah di Indonesia terhadap kandungan silika yang ada dan bahan-bahan lainnya. Selanjutnya proses pembuatan nanosilika dengan metode **Polishing Liquid Milling Technology** yang dikembangkan Balai Besar Keramik, Bandung. Hasil akhir nanosilika tersebut diuji karakterisasi dan visual melalui peralatan PSA, SEM, XRD, XRF-EDS. Nano silika yang dihasilkan dibandingkan dengan nano silika produk china yang sudah dipasarkan secara komersil. Hasil penelitian memperlihatkan aplikasi nanoteknologi dapat dihasilkan nanosilika dari sumber alam Indonesia, yang memiliki penciptaan nilai yang tinggi.

Kata Kunci: Pasir silika, Nanoteknologi, Polishing Liquid Milling Technology, Pengujian Karakterisasi dan visual.

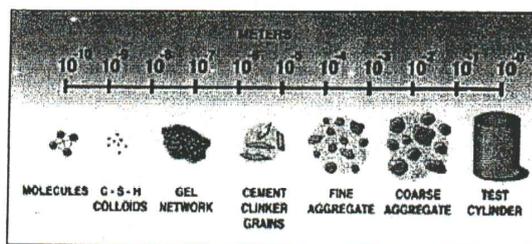
1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi era nanoteknologi, Indonesia sebenarnya dapat berperan serta, karena memiliki sumber kekayaan alam seperti minyak bumi, logam, mineral, batu bara dan bahan alam lainnya, namun sayangnya pemanfaatan bahan-bahan tersebut masih sebatas sebagai bahan mentah belum diolah menjadi suatu komoditi andalan. Peningkatan nilai ekonomis sumber kekayaan alam dapat dilakukan dengan nanoteknologi. Bahkan sekarang ini diharapkan dengan perkembangan nanoteknologi proses pengelolaan kekayaan alam bukan lagi sebatas menghasilkan penambahan nilai (*adding value*), tetapi harus mampu melakukan penciptaan nilai (*creating value*).

Nanoteknologi dapat mengubah suatu material yang tidak berguna menjadi berguna melalui pengaturan kembali susunan unsur pembentuknya dan penambahan unsur-unsur lain untuk memperkuat material tersebut atau dijadikan sebagai campuran material lain

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dikembangkan pemanfaatan kekayaan alam Indonesia dengan nanoteknologi. Salah satu material alam yang memiliki potensi dikembangkan adalah pasir kwarsa atau yang lebih dikenal sebagai pasir silika. Indonesia memiliki cadangan pasir silika yang relatif besar, jumlah potensi terbesar terdapat di

Ukuran (m)	Topik terkait
10^{-12}	Quantum mechanics
10^{-9}	Molecular Dynamic Nanomechanics Molecular biology Biophysics
10^{-6}	Elasticity Plasticity Dislocation
10^{-3}	Mechanics of materials
10^0	Structural analysis



Gambar 1. Skala berbagai konstituen beton (Balaguru and Chong, 2006)

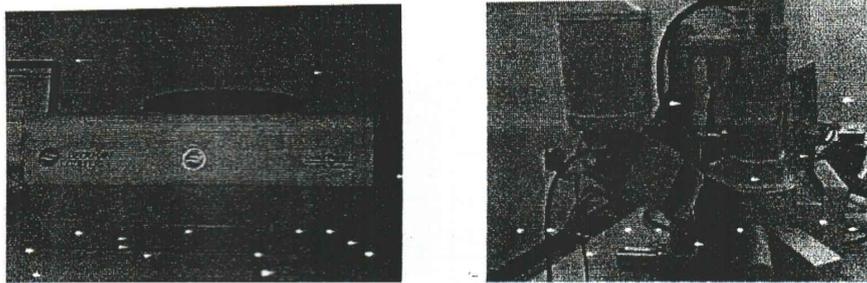
Penggunaan nanoteknologi pada teknologi beton, harus dapat mengatur jumlah dan posisi bahan-bahan nano pada produk akhir, dan secara kimia atau mekanik untuk mengontrol bahan nano dan penempatan hasil kalsium-silikat hidrat (Balaguru dan chong, 2006)

Li et al (2004) melakukan penelitian sifat mekanik semen mortar menggunakan nano-Fe₂O₃ dan nano-silika, hasilnya memperlihatkan terjadinya peningkatan kuat tekan dan kuat lentur pada mortar semen. Hasil lain menunjukan bahwa penambahan prosentase SiO₂, terjadi peningkatan kuat tekan dan lentur pada mortar semen lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan silikafume pada mortar. Berdasarkan Scanning electron microscopy (SEM) membuktikan partikel Fe₂O₃ dan nanosilika akan mengisi pori-pori yang ada dan mengurangi kandungan Ca(OH)₂

Jo et al (2007) melakukan penelitian tentang karakteristik mortar semen yang dicampur dengan silikafume dengan nano-silika. Silikafume yang digunakan kandungan SiO₂: 95%, prosentase yang dicampurkan adalah 5%, 10% dan 15%. Hasilnya menunjukkan bahwa mortar dengan campuran nano-silika lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan silikafume. Hal ini menunjukan bahwa nano-silika memberikan reaksi pozolan yang lebih efektif. Reaksi pozolan dapat juga dilihat dari pengurangan kandungan Ca(OH)₂, berdasarkan analisis kuantitas dihasilkan pada NS 6 (4,56%), SF 10 (6,09%) dan OPC (8,9%)

3. MATERIAL DAN METODOLOGI

Material dasar pasir silika yang berasal dari: Bangka-Belitung, Pangkal Pinang, Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Selatan dan Kalimantan Barat. Lokasi bahan baik jenis maupun lokasi pengambilannya dilakukan berdasarkan informasi dari para ahli dan instansi terkait seperti Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Departemen dan energi, dan perusahaan beton siap pakai (*readymix*) dan atas pertimbangan kemudahan memperoleh bahan serta kesinambungan pengadaan bahan tersebut. Kemudian pasir silika tersebut dilakukan pengujian XRF, SEM-EDS X-Ray Diffractometer (XRD) dan Pengujian dengan Particle Sizer Analyzer (PSA) dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan hasil XRF dapat dilihat pada tabel 1.

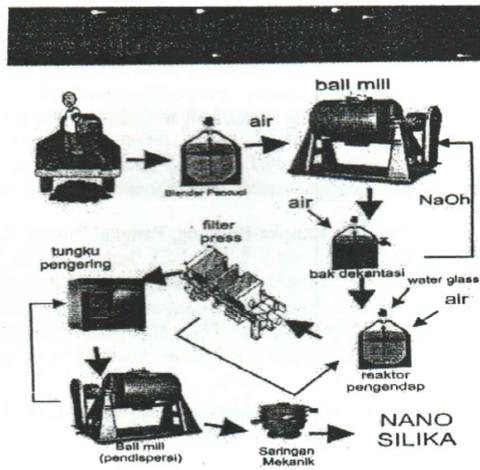


Gambar 2. Alat PSA dan SEM-EDS

Tabel 1. Hasil XRF pasir silika

Sumber Pasir silika	Oksida dalam %				
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
Bangka Belitung	99.24	0.0747	0.143	0.107	0.0302
Pangkal Pinang	61.65	0.316	1.22	0.977	22.45
Lampung	92.30	0.441	2.48	2.57	0.196
Jawa barat 1	67.48	1.05	15.58	4.42	2.37
Jawa Barat 2	72.98	0.851	13.48	3.74	2.42
Jawa Timur 1	93.42	0.231	2.12	1.14	1.13
Jawa Timur 2	91.47	0.163	3.68	2.07	0.186
Kalimantan Selatan	95.40	0.172	2.65	0.740	0.0403
Kalimantan barat	99.55	0.0501	0.0513	0.0352	0.0107

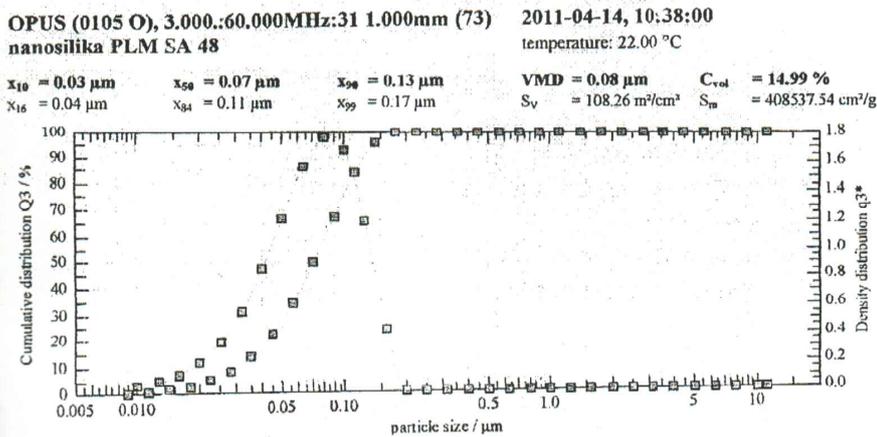
Pasir silika yang telah dilakukan pengujian pada tahap awal, dilanjutkan dengan proses Polishing Liquid Milling Technology untuk menghasilkan nanosilika dapat dilihat pada gambar 3. Tahapan proses berupa pencampuran senyawa silika dengan pelarut asam atau basa sesuai dengan kelarutan dan kepolaran dengan perbandingan tertentu yang ditetapkan secara stoikiometri. Bahan tersebut kemudian dilakukan proses penggilingan dengan variasi waktu untuk menghasilkan penggilingan yang optimal. Hasil penggilingan tersebut, selanjutnya dilakukan proses pada suhu tertentu, proses pembakaran atau kalsinasi yang sesuai dilanjutkan dengan proses masking gel. Hasil dari proses ini dilakukan penggilingan ulang dalam media larutan non polar untuk mendapatkan powder halus berukuran nanometer (< 100 nm)



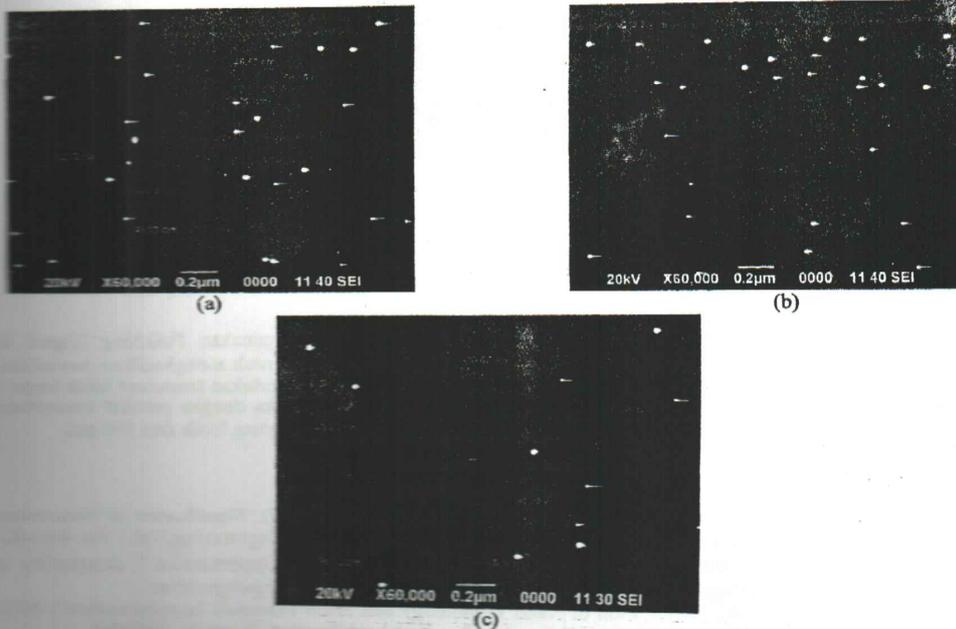
Gambar 3. Diagram alir Nanosilika
(Sumber Balai Besar Keramik Bandung sedang dalam proses Paten P 00201000876)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nanosilika yang dihasilkan dari proses Polishing Liquid Milling Teknologi, diuji secara karakterisasi dan visual memperlihatkan nanosilika Indonesia memiliki 50% ukuran partikel 70 nm dapat dilihat pada gambar 4. Pengujian dengan SEM dengan perbesaran 60.000 x dapat dilihat pada gambar 5, nanosilika Indonesia sebagian besar antara (50-80)% memiliki ukuran partikel di bawah 100 nm, hanya saja masih terlihat adanya butiran yang lebih besar dari 100 nm. Hasil uji XRF dapat dilihat pada tabel 2, nanosilika yang dihasilkan mengandung SiO₂ sebesar 84,26%, masih mengandung pengotor yang cukup besar Al₂O₃ sebesar 12,63%. Sedangkan Nasosilika Jiangsu mengandung SiO₂ 99,94% dan aerosol HDKN 20 mengandung SiO₂ 99,99%. Hasil pengujian XRD dapat dilihat pada gambar 6 memperlihatkan bahwa nanosilika Indonesia yang dihasilkan memiliki partikel bentuk kristalin, sedangkan nanosilika Jiangsu dan Aerosil HDKN 20 bersifat amorphous



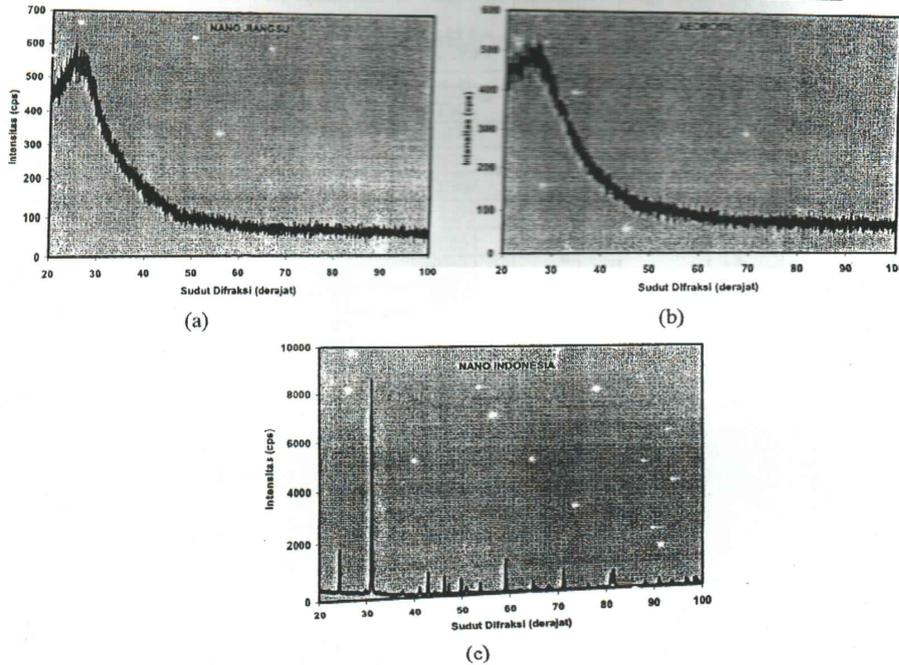
Gambar 4 : PSA Nanosilica Indonesia



Gambar 5 : SEM Nanosilica Jiangsu (a), Aerosil HDKN 20 (b), and Nanosilica Indonesia (c), magnification 60.000 times

Table 2. Hasil Test Nanosilika

Oksida dalam %	Sumber silika		
	NS Jiangsu	Aerosil	NS Indonesia
Na ₂ O	-	-	1.86
Al ₂ O ₃	-	-	12.63
SiO ₂	99.94	99.99	84.26
S	-	-	0.85
ZnO	0.02	-	-
TiO ₂	0.04	-	-
CuO	-	0.01	-
BaO	-	-	0.32
Fe ₂ O ₃	-	-	0.08



Gambar 6: Hasil XRD Nanosilica Jiangsu (a), Aerosil HDKN 20 (b), and Nanosilica Indonesia (c)

5. KESIMPULAN

Aplikasi nanosilika pada pengembangan nanosilika Indonesia dengan menggunakan Polishing Liquid Milling Technology telah berhasil membuat nanosilika dari sumber alam Indonesia. Untuk menghasilkan nanosilika yang setara dengan nanosilika yang telah diperdagangkan secara komersil, masi diperlukan treatment lebih lanjut antara lain melalui proses pemurnian kandungan SiO₂, proses menghasilkan nanosilika dengan partikel amorphous, dan pemisahan ukuran nanosilika yang dihasilkan yang kurang dari 100 nm dengan yang lebih dari 100 nm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashwani K.Rana, Shashi B Rana, Anjna Kumari, and Vaishnav Kiran. (2009). "Significance of Nanotechnology in Construction Engineering", *International Journal of Recent Trear.ds in Engineering*, Vol.1 No. 4,46-48.
- Balaguru and Chong,Ken. (2006). "Nanotechnology and Concrete: Research Opportunities ". *Proceeding of ACI seshion on Nanotechnology of Concrete: Recent Development and the future perspectives*.
- Ge zhi and Gao Zhili. (2008). "Aplication of Nano Technology and Nano Materials in construction", *ICCIDC-1 Advancing and Integrating Construction Education, Research and Practice , Karachi, Pakistan*
- Kebamoto (2005), *Gelombang Nanoteknologi, cetakan pertama, penerbit YSM Jakarta*.

- K. Amutha, R. Ravibaskar and G. Sivakumar.(2010).” Extraction, Synthesis and Characterization of Nanosilica from Rice Husk Ash”, *International Journal of Nanotechnology and applications* , Vol. 4 Number), pp. 61-66.
- Li, G (2004).”Properties of High-Volume Fly Ash Concrete incorporating Nano-SiO₂”. *Cement and Concrete Research*, Vol. 34 hal. 34, pp 1043-1049.
- Said, A.M. dan Zeidan, M.S., (2009), ”Enhancing the Reactivity of Normal and Fly Ash Concrete Using Colloidal Nano-Silica” *ACI-Special Publication (SP 267-7)*.
- Schoepfer, J dan Maji, A., (2009), “An Investigation into the Effect of Silicon Dioxide Particle Size on the Strength of Concrete”, *ACI-Special Publication (SP 267-05)*.
- Wan , J.B, Kim, CH, Lim,JH, (2007).”Characteristic of cement mortar with Nano-SiO₂ particles”, *ACI Materials journal* V. 104,No. 4, July-August, pp 404-407.