

Pengaruh Jenis Fasa SiO₂ (*Amorphous, Quartz, Cristobalite*) Terhadap Sifat *Hydrophobic* pada Media Kaca

Finanti Rahayu, M. Zainuri

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

E-mail: Zainuri@physics.its.ac.id

Abstrak - Penelitian pengaruh jenis fasa SiO₂ (*quartz, amorphous, cristobalite*) terhadap sifat *hydrophobic* pada media kaca telah dilakukan. Material *hydrophobic* terbentuk dari komposit PDMS/SiO₂. Fasa silika *quartz* (SQ) didapat setelah proses *leaching*. Fasa *amorphous* didapatkan setelah proses pereduksian ukuran (kopresipitasi). Silika *cristobalite* (SC) didapatkan setelah mengkalsinasi SA dengan temperatur 1200°C selama 2jam. Sifat *hydrophobic* dapat diketahui dengan mengukur *water contact angle* (WCA) pada setiap lapisan. Untuk lapisan PDMS/SQ membentuk sudut 142.41°, PDMS/SA membentuk sudut 148.24°, sedangkan PDMS/SC membentuk sudut 122,07°. Diambil WCA tertinggi dan yang paling rendah untuk dianalisa distribusi partikelnya, didapatkan bahwa PDMS/SA memiliki distribusi partikel yang merata dimana terbentuk dari primer partikel dalam orde nano. Untuk PDMS/SC terdapat ketidakmerataan distribusi partikel dikarenakan terdiri dari sekunder partikel dalam orde sub nano, sehingga partikel kurang melingkupi matrix. Struktur hirarki pada PDMS/SA mempunyai partikel terkecil 75 nm sehingga kontak air dengan lapisan kecil membentuk WCA yang besar, sedangkan pada PDMS/SC partikel terkecilnya 0.5µm sehingga kontak air dengan lapisan besar membentuk WCA yang paling kecil.

Kata kunci - *Hydrophobic*, Silika, *Water Contact Angle* (WCA)

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kaca merupakan material keramik yang tidak asing lagi. Kaca biasanya digunakan untuk perabot rumah tangga, alat transportasi, dan material bangunan. Contohnya adalah pada alat transportasi hampir 50% material kaca digunakan sebagai pelindung pada badan alat transportasi. Salah satu permasalahan yang tidak jarang dialami oleh pengemudi alat transportasi adalah adanya kabut dan debu yang menempel pada kaca pelindung sehingga mengganggu pandangan saat mengemudi. Kabut dan embun yang terjadi karena cuaca yang dingin atau hujan akan membentuk bintik-bintik air pada permukaan kaca pelindung. Di alam terdapat tumbuhan yang memiliki sifat alami *self-cleaning* dan sifat anti air (*hydrophobic*), tumbuhan tersebut adalah lotus. Dimana air yang jatuh dipermukaan daun teratai akan berbentuk bola dan menggelinding, tanpa membasahi permukaan daun tersebut. Suatu permukaan yang datar jika ditetesi air, dengan membentuk sudut lebih dari 90° disebut *hydrophobic*, dan jika sudutnya lebih dari 150° disebut *superhydrophobic*. Ahli botani menyebutkan bahwa fenomena tersebut adalah mekanisme

pembersihan diri secara alami (*self-cleaning*). Struktur mikroskopi permukaan, yaitu pada saat butiran air jatuh ke permukaan daun, hanya mengenai bulu-bulu halus yang tak beraturan memenuhi permukaan. Butiran-butiran ini ditahan oleh kantong udara di bawahnya dan kemudian dihalau dari daun. [4]

Polydimethylsiloxane (PDMS) merupakan grup terbesar kedua dari material silikon. PDMS sering digunakan sebagai energi permukaan yang rendah untuk mengganti bahan *fluorine* di permukaan *superhydrophobic*. Sifat dari PDMS adalah tidak beracun, transparan, stabilitas termal yang tinggi. Penelitian sebelumnya yaitu Kunquan Li, dkk pada tahun 2014 mengemukakan bahwa lapisan PDMS pameran properti anti air yang baik, sudut kontak air dengan lapisan adalah hanya sekitar 105°, yang masih belum dapat memenuhi persyaratan *superhydrophobicity*. Dengan demikian, perlu untuk meningkatkan kekasaran permukaan. Dalam beberapa tahun terakhir, pengenalan partikel anorganik, terutama silika (SiO₂) nanopartikel, untuk membangun struktur hirarkis pada permukaan PDMS secara luas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehadiran kedua nanometer dan kekasaran berukuran mikrometer pada permukaan dihasilkan dari agregat partikel SiO₂. Permukaan *superhydrophobic* sangat transparan dengan kekasaran skala ganda juga diciptakan oleh Kunquan Li, dkk menggunakan partikel SiO₂ yang termodifikasi untuk membangun kekasaran. [8]

Silika banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri, dalam skala partikel mikron hingga nano. Salah satu contoh dalam skala mikron adalah digunakan sebagai campuran beton, dan contoh pemanfaatan dalam skala nano adalah diaplikasikan pada cat, kosmetik, dan keramik. Struktur silika dapat berupa amorf atau polimorf yaitu *quartz, tridymite*, dan *cristobalite*. [1] Sebagian besar metode yang digunakan untuk memurnikan silika menghasilkan silika amorf, sehingga perlu diberikan perlakuan lain untuk mengubah strukturnya menjadi kristal. [7] Salah satu metode untuk mereduksi ukuran adalah kopresipitasi. Metode kopresipitasi dilakukan dengan melarutkan silika kedalam larutan basa kuat (NaOH), dihasilkan larutan natrium silikat kemudian dititrasi menggunakan HCl 2M dan hasil pemurnian tersebut didapatkan silika amorf. Untuk mendapatkan struktur kristalnya dari amorf menjadi polimorf, diberikan perlakuan kalsinasi. Dimana kalsinasi pada suhu 800°C memiliki fasa amorf dengan struktur lebih curam dibandingkan silika yang belum dikalsinasi. Kemudian pada suhu 1000°C memiliki fasa tridimit dan

kristobalit. Sedangkan pada suhu kalsinasi 1200°C memiliki intensitas fasa tridimit berkurang dan kristobalit bertambah, sehingga pada suhu tersebut dapat dikatakan terjadi transformasi fasa dari tridimit ke kristobalit. [10]

Berdasarkan informasi tersebut, maka akan dikarakterisasi SiO₂ pantai Bancar, Tuban untuk material *hydrophobic* pada kaca pelindung alat transportasi dengan nilai ekonomis yang tinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposit yang berbasis *Polymer Matrix Composite* (PMC). Dengan *polydimethylsiloxane* (PDMS) sebagai penguat (*matrix*) dan silika sebagai pengisi (*filler*).

II. METODE

A. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa pantai Bancar, Tuban, HCl 2M, NaOH 7M, aquades, *Polydimethylsiloxane* (PDMS), TEOS, *n-Hexane*, alkohol

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, gelas ukur, pipet, spatula kaca, spatula aluminium, kertas saring, aluminium foil, magnet permanen, *furnace*, oven untuk *drying*, *hot plate*, *magnetic stirer*, pH meter, buret untuk titrasi, corong kaca, corong plastik, cawan kramik, mortar, *crucible* keramik, *crucible* alumina, *ball milling*, bola zirkon dan *ultrasonic cleaner*. Kemudian dilakukan beberapa pengujian antara lain *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *X-Ray Florescence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Particle Size Analyzer* (PSA), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), UV-Vis, kamera DSLR Canon EOS 650D, kaca ITO, laptop dan *corel draw software* untuk analisa sudut kontak air, *Differential Scanning Colorimeter* (DSC) dan *Thermogravimetry Analyzer* (TGA).

B. Sintesis Silika Quartz (SQ)

Pasir silika yang digunakan berasal dari pantai Bancar, Tuban, Jawa Timur. Pertama pasir diayak untuk memisahkan dengan kerikil. Pasir kemudian dicuci dengan aquades hingga aquades bening, dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor yang tidak diinginkan. Pasir kemudian diseparasi dengan menggunakan magnet permanen untuk mengurangi kadar *magnetic compound* di dalam pasir. Pasir dihaluskan dengan metode *wet milling*, yang dilakukan menggunakan bola zirkon dengan media basahnya adalah alkohol 96% selama 1 jam dengan kecepatan 150 rpm. Pasir yang telah kering dilakukan proses *leaching*, yaitu dengan mengaduk pasir ke dalam HCl 2M selama 1 jam menggunakan *magnetic stirer*, kemudian direndam selama 24 jam. Setelah proses perendaman, endapan serbuk dicuci dengan aquades hingga netral (pH=7) dan dikeringkan.

C. Sintesis Silika Amorphous (SA) & Silika Cristobalite (SC)

Serbuk pasir silika yang telah kering dituang kedalam NaOH 7M. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirer* dengan temperatur 250°C selama 2jam. Selanjutnya dilarutkan kembali dalam 200ml aquades yang dituang sedikit demi sedikit dengan diaduk menggunakan *magnetic stirer* selama 1jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring halus, larutan yang lolos saring merupakan larutan Natrium Silikat (Na₂SiO₃) yang akan digunakan pada proses kopesipitasi. Larutan Natrium Silikat diaduk menggunakan *magnetic stirer* dan dititrasi

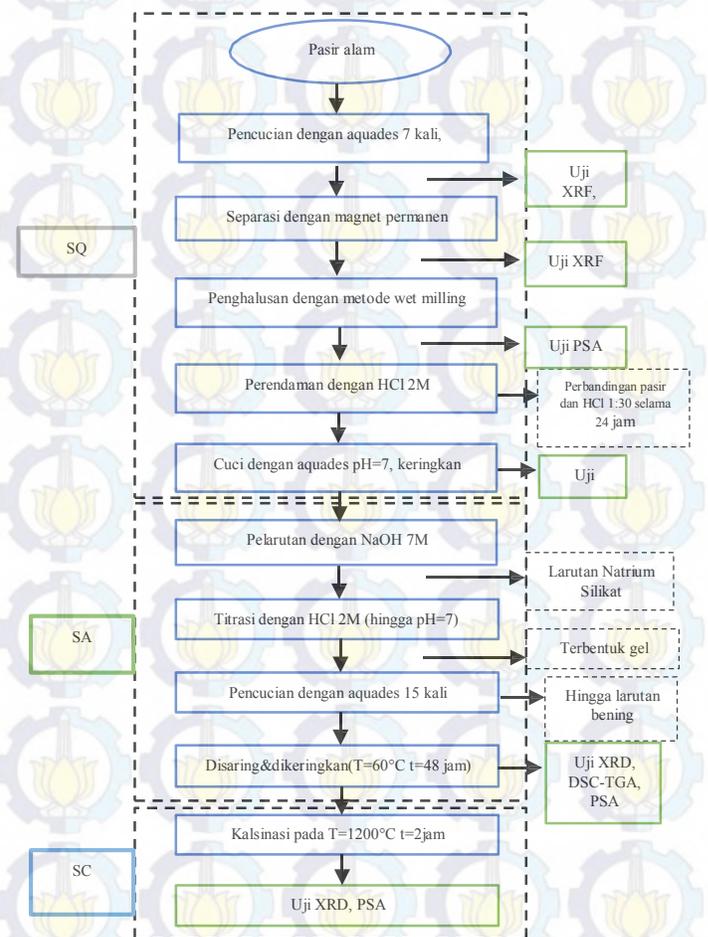
menggunakan HCl 2M hingga pH=7. Selanjutnya larutan diendapkan selama 24 jam, kemudian dicuci dengan aquades hingga bening. Endapan kemudian disaring dan dikeringkan. Serbuk yang telah bersih tersebut berfasa *amorphous*. Silika yang telah kering dikalsinasi 1200°C dengan penahanan waktu 2 jam untuk fasa *Cristobalite*.

D. Pembuatan Lapisan Komposit PDMS/SiO₂

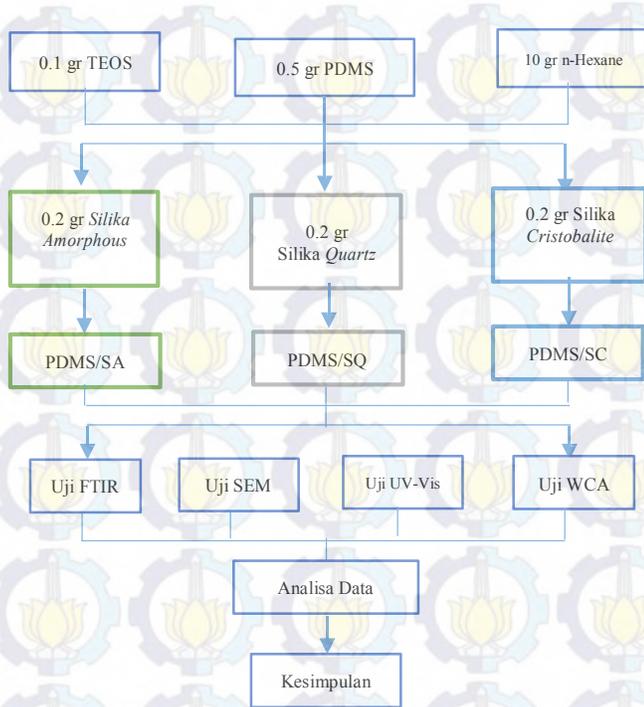
Pertama dilakukan preparasi media kaca, kaca yang digunakan pada pelapisan ini adalah kaca ITO, dengan 2 karakteristik utama adalah transparan dan konduktif. Kaca dipotong dengan dimensi 2cm x 2cm sebanyak 5 buah. Kemudian kaca direndam dengan alkohol dan dibersihkan menggunakan *ultrasonic cleaner* hingga bersih, kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 1 jam.

Untuk pembuatan material lapisan, dicampur 0,5 gr H-PDMS, 0,1 gr TEOS, 0,01 gr DBTDL dan 10 gr n-Hexane, kemudan diaduk menggunakan *magnetic stirer* selama 15 menit. Selanjutnya larutan tersebut dicampur dengan 0,2 gr serbuk silika (*amorphous, quartz, cristobalite*) dengan menggunakan *ultrasonic cleaner*. Kemudian dengan metode *dip coating*, material PDMS/SiO₂ dilapisan pada permukaan kaca, dikeringkan pada suhu 60°C.

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Komposit PDMS/SiO₂

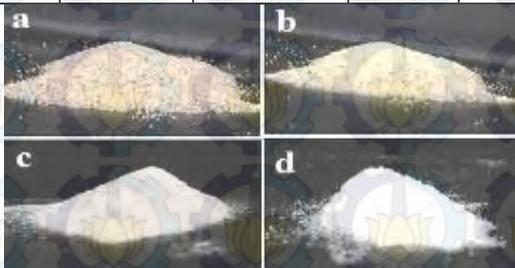
III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Kandungan Silika

Untuk mengetahui kandungan dalam pasir silika (PS) awal, setelah disosiasi, setelah pemurnian dengan HCl dan setelah kopresipitasi, maka dilakukan pengujian dengan *X-ray Fluorescence* (XRF) dan didapatkan hasilnya pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Kandungan unsur hasil uji XRF

UNSUR	PS – AWAL (%)	PS – SPARASI (%)	PS – HCl (%)	PS – KOPRE (%)
Si	83,3	92,3	92,4	96,9
K	4,41	4,82	5,2	0,21
Fe	5,86	0,83	0,50	0,759



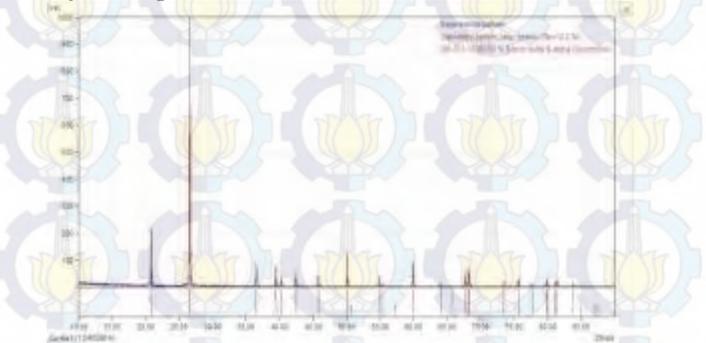
Gambar 3. PS Awal (a);PS Sparasi (b);PS HCl (c);PS Kopre (d)

Pasir silika pantai Bancar secara alami banyak mengandung elemen utama silikon (Si) sebesar 83,3% dengan elemen-elemen minor terbesar adalah Ferro (Fe) dan Kalium (K), dengan masing-masing besarnya 5,86% dan 4,41%. Secara alamiah pasir Bancar mempunyai warna pasir coklat kekuning-kuningan. Setelah proses pemisahan secara magnetik persentasi Si meningkat menjadi 92,3% dan kandunga Fe menurun menjadi 0,83%. Hal tersebut dikarenakan pada proses separasi unsur yang bersifat magnetik tertarik bersama magnet permanen. Pada proses *leaching* dengan pelarut asam klorida

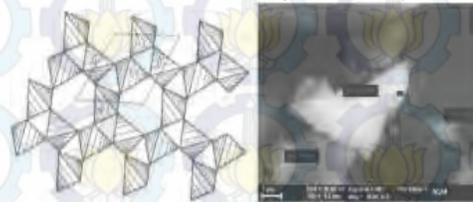
(HCl) banyak unsur-unsur mineral yang terlarut, sehingga meningkatkan kemurnian kandungan. Setelah proses ini presentasi kandungan Si meningkat menjadi 92,4%, dan secara kualitatif kandungan senyawa silikanya mempunyai kemurnian yang tinggi namun ukurannya masih berupa aglomerasi dalam orde mikron. Pada proses kopresipitasi melalui proses *hydrothermal* dengan dilarutkan kedalam larutan natrium hidroksida (NaOH) akan membentuk senyawa silika yang lebih kecil (orde nano) dan lebih murni.

B. Analisa Fasa Secara Kualitatif dan Kuantitatif

Pada tahap proses pemurnian unsur silika (*leaching*) telah diperoleh senyawa Silika *Quartz* (SQ) seperti yang ditunjukkan pada hasil pengamatan *X-Ray Diffraction* (XRD) Gambar 4. Dan didapat ukuran partikel 322.5nm Dimana pada Gambar tersebut dapat dilihat keseuaian puncak-puncak antara puncak utama referensi dengan puncak hasil pengujian. Dengan menggunakan software Match! (kode : 96-101-1098) diketahui bahwa puncak tersebut berasal dari fasa *quartz low*. Berdasarkan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan bahwa SQ berstruktur trigonal yang ditunjukkan pada Gambar 5.

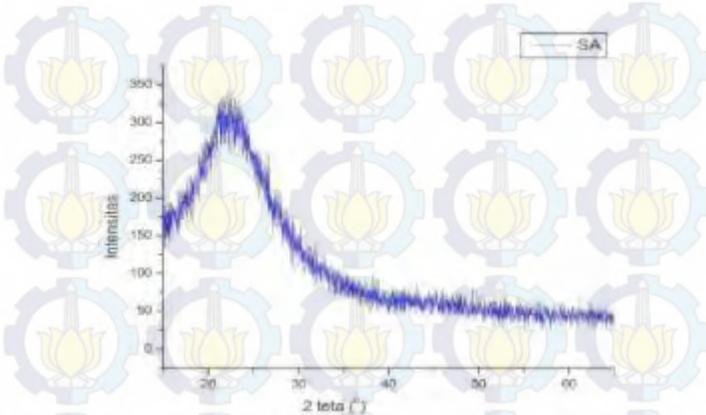


Gambar 4. Pola XRD dengan match software



Gambar 5. Trigonal teoritis ; Citra SEM silika quartz (fauziyah, 2015)

Fasa *Silika Amorphous* (SA) didapatkan melalui proses kopresipitasi yang ditunjukkan dengan hasil XRD pada Gambar 6. Terlihat bahwa kurva tersebut memiliki banyak puncak bergelombang dan melebar sehingga mengidentifikasi ukuran kristal kecil (orde nano) seperti struktur *amorphous* (Apriliana, 2015). Didapat ukuran partikel sebesar 247,9nm. Secara morfologi mikrostruktur SA dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa SA memiliki ukuran partikel dan bentuk yang tidak seragam dan beraglomerasi.

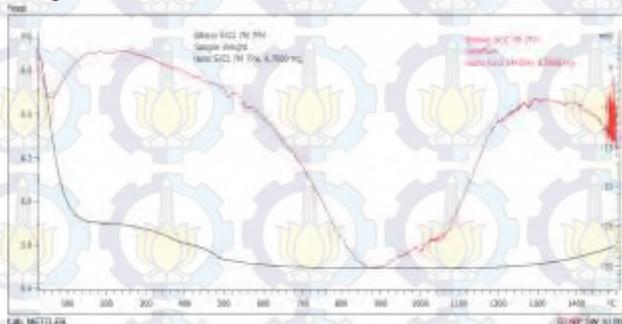


Gambar 6. Pola XRD silika *amorphous*



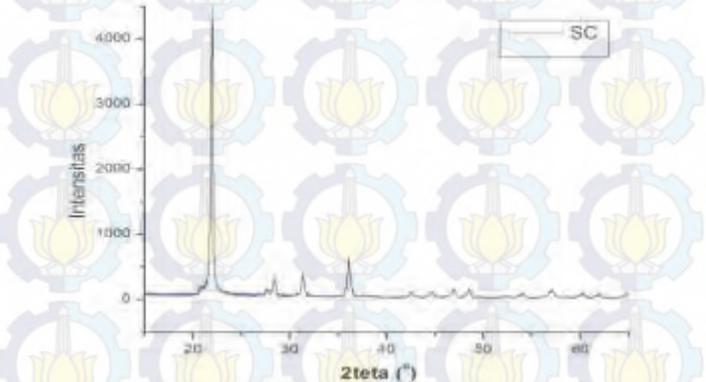
Gambar 7. Citra SEM silika *amorphous* (Fauziyah, 2015)

Untuk mendapatkan fasa *cristobalite*, serbuk silika harus dikalsinasi dengan temperatur tertentu. Untuk mengetahuinya serbuk silika *amorphous* dilakukan uji DSC-TGA dan didapat grafik seperti Gambar 8. Pada Gambar tersebut terlihat adanya 2 kurva yaitu kurva berwarna merah merupakan hasil uji DSC dan yang berwarna hitam adalah hasil uji TGA. Hasil uji TGA yaitu untuk mengetahui pengurangan massa SiO₂ saat diberi temperatur. Kurva TGA menunjukkan adanya penurunan massa pasir silika yang signifikan, yaitu pada temperatur awal 50°C hingga 78°C, dan penurunan massa terus terjadi hingga suhu 481°C, setelah melewati suhu tersebut massa pasir silika cenderung konstan. Kemudian pada kurva DSC menunjukkan reaksi endotermik pada suhu 900°C dan 1280°C yang ditandai dengan puncak yang mengarah ke bawah. Reaksi endotermik yang terjadi ketika tidak ada pengurangan massa partikel SiO₂ ditengarai sebagai daerah-daerah terjadinya transformasi fasa SiO₂ yang dapat dikaitkan dengan pembentukan fasa *cristobalite*. Oleh karena itu, dipilih pemanasan silika *amorphous* pada temperatur 1200°C selama 2 jam untuk mendapatkan silika *cristobalite*.

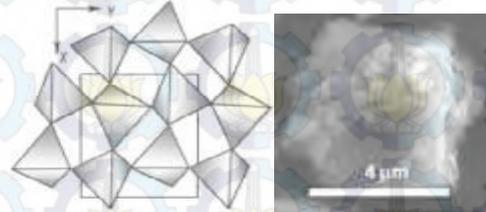


Gambar 8. Hasil uji DSC-TGA silika (Rizka, 2014)

Serbuk silika *amorphous* yang telah dikalsinasi pada temperatur 1200°C menghasilkan pola difraksi seperti Gambar 9. Setelah dikarakterisasi dengan *rietica software* didapatkan kecocokan puncak-puncak dengan fasa *low cristobalite* dengan nomor kode 1010938. Secara morfologi struktur SC dapat dilihat pada Gambar 10 yang menunjukkan bahwa SC berstruktur tetragonal dengan ukuran partikel 255nm.



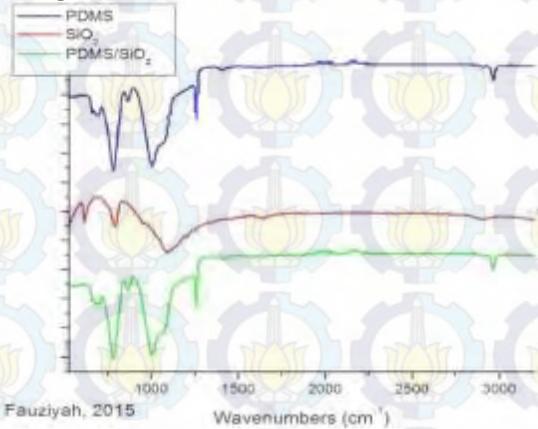
Gambar 9. Pola XRD silika *cristobalite*



Gambar 10. Tetragonal teritis Citra SEM silika *cristobalite* (T. Hartining, 2013)

C. Analisa Kualitatif Komposit PDMS/SiO₂ dengan Uji FTIR

Diketahui adanya puncak khas dari gugus siloksan (Si-O-Si) yaitu pada rentang 1000-1130 cm⁻¹ yang diperkuat dengan adanya gugus Si-O pada daerah 782 - 805 cm⁻¹ (Apriliana, 2015). Pada hasil pengujian terdeteksi ciri puncak *polydimethylsiloxan* (PDMS), yaitu adanya gugus -CH₃ yang menandakan adanya kandungan bahan polimer yang diyakini yaitu pada bilangan gelombang 701,63 cm⁻¹ yang merupakan puncak dari polysiloxane. Sehingga dapat diketahui bahwa masing-masing bahan masih berdiri sendiri, tidak terbentuk puncak baru yang menandakan adanya reaksi antara PDMS dengan SiO₂. Maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi ikatan komposit PDMS/SiO₂.



Gambar 11. Spektrum FTIR komposit PDMS/SiO₂

D. Sifat Kebasahan Lapisan

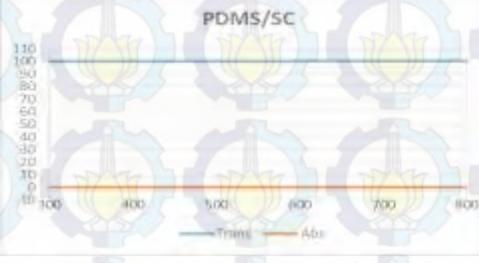
Pengujian UV-Vis yaitu digunakan untuk mengetahui nilai transmitansi lapisan komposit PDMS/SA, PDMS/SQ dan PDMS/SC, dimana dapat dikaitkan dengan transparansi substrat yang telah terlapisi lapisan *hydrophobic*. Nilai dari transmitansi uji UV-Vis dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 12. Grafik nilai uji UV-Vis komposit PDMS/SQ



Gambar 13. Grafik nilai uji UV-Vis komposit PDMS/SA



Gambar 14. Grafik nilai uji UV-Vis komposit PDMS/SC

Pada komposit PDMS/SiO₂ menggunakan polimer sebagai *matrix*. Polimer yang mengandung *chromophoric groups*, yaitu (C=C) dan (C=O) dapat menyerap sinar UV dan terlibat dalam fotoreaksi yang menghasilkan degradasi polimer. Degradasi ini dapat mengakibatkan ikatan C=C dan C=O putus sehingga dapat berikatan dengan senyawa lain, hal tersebut akan merubah struktur, sifat dan wujud. Pengujian dengan UV-Vis *spectroscopy* mendeteksi kemampuan suatu bahan dalam penyerapan energi sinar UV. Pada hasil pengujian ini, didapatkan nilai transmitansi lapisan *hydrophobic* PDMS/SQ, PDMS/SA, dan PDMS/SC adalah 100%, sehingga nilai absorpsinya adalah 0%. Karena pada setiap lapisan tidak ada energi yang diserap, dapat dikatakan bahwa lapisan PDMS/SQ, PDMS/SA, dan PDMS/SC tidak memiliki kemampuan dalam penyerapan energi sinar UV, sehingga tidak mudah mengalami degradasi.

E. Aspek Kebasahan

Hydrophobic suatu lapisan dapat diketahui dengan mengukur besarnya *Water Contact Angle* (WCA) yang terbentuk antara permukaan substrat dengan tetesan air. Prosedur penelitian dalam uji kebasahan lapisan yaitu dengan cara meneteskan air pada permukaan substrat yang telah terlapisi oleh lapisan *hydrophobic*. Kemudian diambil Gambar menggunakan

kamera SLR Cannon EOS 650D yang dibalik menggunakan *reverse ring*. Hasil pengambilan Gambar diamati dan diukur WCA menggunakan *software Corel Draw*.

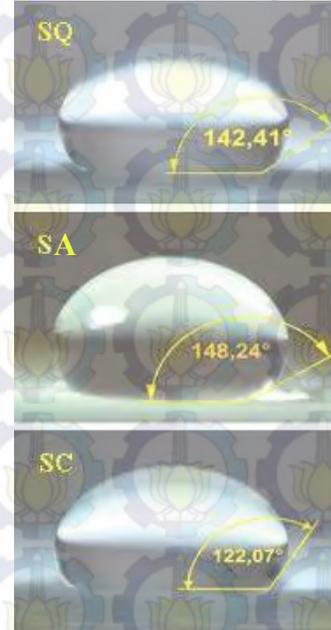
Tabel 2. Sudut kontak pada masing-masing lapisan

Lapisan	PDMS/SQ	PDMS/SA	PDMS/SC
Sudut Kontak	142.41°	148.24°	122.07°

Komposit PDMS/SA membentuk WCA tertinggi yaitu 148.24° tertinggi kedua yaitu lapisan komposit PDMS/SQ dengan WCA 142.41° kemudian yang terendah yaitu lapisan komposit PDMS/SC dengan WCA 122.07°. Perbedaan WCA dalam grafik dapat dilihat pada Gambar 4.14.

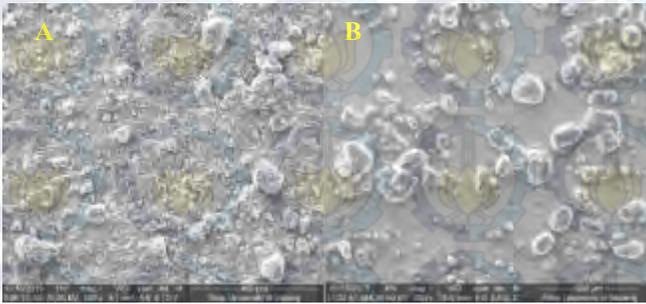


Gambar 15. Grafik WCA setiap komposit



Gambar 16. Besar WCA pada setiap lapisan PDMS/SiO₂ dengan jenis *filler* yang berbeda

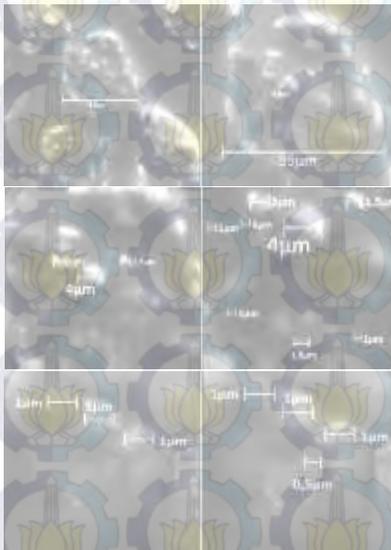
Didapatkan citra SEM persebaran partikel SiO₂ pada Gambar 17a untuk distribusi partikel lapisan PDMS/SA menunjukkan persebaran partikel yang merata, sedangkan Gambar 17b untuk persebaran SiO₂ pada lapisan PDMS/SC menunjukkan ketidakteraturan persebaran partikel. Pada hasil citra SEM silika *amorphous* (SA) kecenderungan merata karena memiliki primer partikel (orde nano) yang jumlahnya lebih banyak dari sekunder partikel (orde subnano). Pembentukan silika *crystalite* (SC) terjadi pada 2 tahap. Yaitu pembentukan inti dan pertumbuhan inti. Untuk dapat terjadi kristalisasi membutuhkan kondisi supersaturasi yaitu dengan pemanasan (kalsinasi). Karena proses tersebut pada SC dominan terdiri dari sekunder partikel dan beraglomerasi sehingga kurang dalam melingkupi *matrix* dan menyebabkan distribusi pada lapisan tidak merata.



Gambar 17. Distribusi Partikel PDMS/SA (a) ; PDMS/SC (b)

F. Citra SEM Struktur Hirarki Permukaan

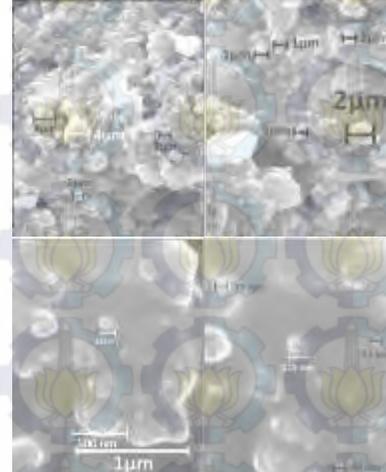
Pada citra SEM lapisan PDMS/SC dapat dilihat pada Gambar 18 yaitu satu partikel dengan perbesaran 2.500 kali, terukur 1 partikel dengan ukuran $35\mu\text{m}$ yang diperbesar 5.000 kali dan terlihat ada berbagai ukuran partikel yang melingkupinya, kemudian diperbesar manual 2 kali dan 3 kali untuk dapat memperjelas batas partikel yang akan diukur. Sehingga didapat ukuran partikel-partikel tersebut adalah $4\mu\text{m}$, $2\mu\text{m}$, dan $1\mu\text{m}$. Selanjutnya diperbesar lagi 20.000 kali dan didapat partikel terkecil yang dapat diukur adalah $0.5\mu\text{m}$. Fenomena yang terjadi pada lapisan PDMS/SC menyerupai dengan teori Young. Pada teori Young menganalisa WCA pada permukaan datar, karena tingkatan struktur hirarki permukaan lapisan PDMS/SC tidak terlalu jauh yaitu dengan rentang $4\mu\text{m}$ hingga $0.5\mu\text{m}$, dimana ukuran yang dominan adalah $1\mu\text{m}$ sehingga permukaan lapisan PDMS/SC dapat dikatakan cenderung datar.



Gambar 18. Citra SEM struktur hirarki permukaan PDMS/SC

Pada citra SEM lapisan PDMS/SA dapat dilihat pada Gambar 4.17, dengan perbesaran 2.500 kali di dapat beberapa ukuran partikel yaitu $4\mu\text{m}$, $2\mu\text{m}$, dan $1\mu\text{m}$. Kemudian diberikan perbesaran 50.000 kali didapatkan partikel yang lebih kecil dengan ukuran 500nm dan 125nm . Selanjutnya dilakukan perbesaran manual 2 kali didapatkan ukuran partikel 75nm . Pada lapisan PDMS/SA memiliki struktur hirarki permukaan terkecil adalah 75nm . Sehingga kontak air dengan partikel juga kecil. Fenomena yang dialami oleh lapisan PDMS/SA menyerupai dengan teori Cassie-Baxter, saat air ditetaskan pada permukaan akan mengenai partikel berukuran 75nm sehingga

ada udara yang terjebak di bawah yang menyebabkan WCA yang terbentuk adalah paling besar.



Gambar 19. Citra SEM struktur hirarki permukaan PDMS/SA

IV. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Telah didapatkan silika pantai Bancar secara alami mengandung Si sebesar 83,3%. Pemurnian dengan metode *leaching* didapatkan kenaikan menjadi 92,4%. Pada tahap ini menghasilkan silika berfasa *quartz* (SQ). SQ dilarutkan ke dalam NaOH 7M untuk ke tahap kopesipitasi, pada tahap ini menghasilkan silika berfasa *amorphous* (SA) dengan kadar Si menjadi 96,9%. SA dikalsinasi pada temperatur 1200°C selama 2 jam menghasilkan silika berfasa *crystalite* (SC).
2. Telah didapatkan hasil transparansi lapisan *hydrophobic* PDMS/SQ, PDMS/SA dan PDMS/SC memiliki nilai transparansi yang sama yaitu 100%.
3. Komposit PDMS/SA membentuk WCA tertinggi yaitu 148.24° , komposit PDMS/SQ dengan WCA 142.41° kemudian yang terendah yaitu lapisan komposit PDMS/S dengan WCA 122.07° . Pada lapisan PDMS/SA memiliki struktur hirarki permukaan terkecil adalah 75nm . Sehingga kontak air dengan partikel juga kecil, menyerupai dengan teori Cassie-Baxter. Ukuran terkecil PDMS/SC adalah $0,5\mu\text{m}$, menyebabkan kontak air dengan partikel lebih luas sehingga air lebih banyak membasahi permukaan lapisan yang menyebabkan WCA yang terbentuk kecil. Hal tersebut menyerupai dengan teori Young.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada dosen pembimbing Bapak M. Zainuri atas bimbingan yang diberikan selama penulis menyelesaikan penelitian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman atas dukungan dan semangatnya. Penulis juga berterima kasih kepada laboran dan kepala laboratorium fisika bahan di jurusan Fisika ITS yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriliyana, Gita Ayu. 2015. *Karakterisasi Termomekanik Komposit PED 4000/Silika Amorf Menggunakan Dynamic Mechanical Analysis (DMA)*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- [2] Arkles, 1987. *Infrared Analysis Of Organosilicon Compounds: Spectra Structure Correlation*. Laboratorium For Material. Burnt Hills, New York.
- [3] Fauziyah, Nur Aini. 2015. *Karakterisasi Komposit PEG 4000/SiO₂ (SiO₂= Kuarsa, Amorf, Kristobalit) Dengan Dynamic Mechanical Analyzer (DMA)*. Tesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- [4] Gusrita, Dahlia, dkk. 2014. *Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat Hydrophobic dari Berbagai Macam Daun*. Pillar Of Physics Vol 1. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [5] Hartining, Tri. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pasir Silika Sebagai Pengisi Bahan Komposit Anti Korosi*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- [6] Iriansyah, AS. 2011. *Kajian Aplikasi Pasir Kuarsa Sebagai Campuran Lapis Pondasi Pasir Aspal Emulsi*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- [7] Izzati, Nur Hanna, Munasir dan Fitratun Nisak. 2013. *Sintesis dan Karakterisasi Kekristalan Nanosilika Berbasis Pasir Bancar*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia Vol 02 No 03. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [8] K. Li, X. Zeng, H. Li, X. Lai, H. Xie. 2014. *Effects Of Calcination Temperature On The Microstructure and Wetting Behavior of Superhydrophobic Polydimethylsiloxane/ Silica Coating*. Physicochemical and Engineering Aspects. China: South China University of Technology.
- [9] Knausgård, Kjetil. 2012. *Superhydrophobic Anti-Ice Nanocoatings*. Norwegia: Norwegian University of Science and Technology.
- [10] Latif, Chaironi, dkk. 2014. *Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pada Struktur Silika*. Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol 3 No 1. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11] Latthe, Sanjay Subhash, dkk. 2012. *Recent Progress in Preparation of Superhydrophobic Surface: A Review*. Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. India: Shivaji University.
- [12] Lestari, Fifi Bailin. 2013. *Pengaruh Variasi Milling Time Pasir Silika Terhadap Sifat Ketahanan Korosi Komposit PANi/SiO₂ Pada Plat Baja*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- [13] Oweini, Rami-Al, 2009. *Synthesis and Characterization by FTIR Spectroscopy of Silica Aerogels Prepared Using Several Si(OR)₄ and R''Si(OR)₃ Precursors*. Journal of molecular structure. Lebanon: American University of Beirut, Departement of Chemistry.
- [14] Rizka, Anggriz Bani, 2014. *Pengaruh Temperatur Kalsinasi dan Waktu Penahanan Terhadap Pertumbuhan Nanosilika*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- [15] Triwikantoro, dkk. 2014. *Pengaruh Variasi Temperatur Kasinasi pada Struktur Silika*. Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol 3 No 1. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- [16] Setyawan, Heru, dkk. 2012. *Pelapisan Hidrofobik Pada Kaca Melalui Metode Sol-Gel dengan Precursor Waterglass*. Jurnal Teknol Pomits Vol 1 No 1. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [17] Setyawan, Heru, dkk. 2014. *Using Bagasse Ash as A Silica Source When Preparing Silica Aerogels Via Ambient Pressure Drying*. Journal of Non-Crystalline Solids. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.