



TUGAS AKHIR - SF 141501

PENGARUH JENIS FASA SiO_2 (*AMORPHOUS, QUARTZ, CRISTOBALITE*) TERHADAP SIFAT *HYDROPHOBIC* PADA MEDIA KACA

**Finanti Rahayu
NRP 1111.100.021**

**Dosen Pembimbing
Dr. Mochammad Zainuri, M.Si**

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - SF 141501

**THE INFLUENCE OF SiO_2 PHASE (QUARTZ,
AMORPHOUS, CRISTOBALITE) TO HYDROPHOBIC IN
GLASS MEDIUM**

**Finanti Rahayu
NRP.1111.100.021**

**Advisor Lecturer
Dr. Mochammad Zainuri, M.Si**

**Physics Department
Faculty of Mathematics and Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH JENIS FASA SiO_2 (QUARTZ, AMORPHOUS, CRISTOBALITE) TERHADAP SIFAT HYDROPHOBIC PADA MEDIA KACA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Pada Bidang Material
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :

Finanti Rahayu
NRP. 1111.100.021

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Mochammad Zainuri, M.Si



(.....)



PENGARUH JENIS FASA SiO_2 (QUARTZ, AMORPHOUS, CRISTOBALITE) TERHADAP SIFAT HYDROPHOBIC PADA MEDIA KACA

Nama : Finanti Rahayu
NRP : 1111 100 021
Jurusan : Fisika FMIPA ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Mochammad Zainuri, M.Si

Abstrak

Penelitian pengaruh jenis fasa SiO_2 (quartz, amorphous, cristobalite) terhadap sifat hydrophobic pada media kaca telah dilakukan. Material hydrophobic terbentuk dari komposit Polydimethylsiloxane (PDMS)/ SiO_2 . Fasa silika quartz (SQ) didapat setelah proses leaching. Fasa silika amorphous (SA) 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 $0.5\mu\text{m}$ sehingga kontak air dengan lapisan besar membentuk WCA yang paling kecil.

Kata kunci: Hydrophobic, Silika, Water Contact Angle (WCA)

THE INFLUENCE OF SiO_2 PHASE (QUARTZ, AMORPHOUS, CRISTOBALITE) TO HYDROPHOBIC IN GLASS MEDIUM

Name : Finanti Rahayu
NRP : 1111.100.021
Advisor Lecturer : Dr. Mochammad Zainuri, M.Si

Abstract

Research on the influence of the type of phase SiO_2 (quartz, cristobalite, amorphous) against the nature of the hydrophobic in glass medium has been done. Hydrophobic material formed from a composite PDMS/ SiO_2 . The phases of silica quartz (SQ) obtained after leaching process. The phases of silica amorphous (SA) obtained after size reduction process (kopresipitasi). Silica cristobalite (SC) is obtained after calcinate SA material with 1200°C temperature for 2 hours. Hydrophobic properties can be found by measuring the water contact angle (WCA) on each layer. The PDMS/SQ layer form 142.41° angle, PDMS/SA layer form 148.24° angle, and the PDMS/SC form $122,07^\circ$ angle. We're take the highest and lowest of WCA to analyzed the distribution of it's particle, we obtained that PDMS/SA has a homogenous distribution of particles where formed from the primary particles in nano-order. For PDMS/SC has an unhomogenous distribution of particles because there is consist of secondary particles in the order sub nano particles, so a less enclosing matrix. The structure of the hierarchy on the PDMS/SA has the smallest particle 75 nm so the contact of water with small layer forms a large WCA value, while on PDMS/SC has smallest particle $0.5\ \mu\text{m}$ so that the contact of water with a large layer forming the most small WCA value.

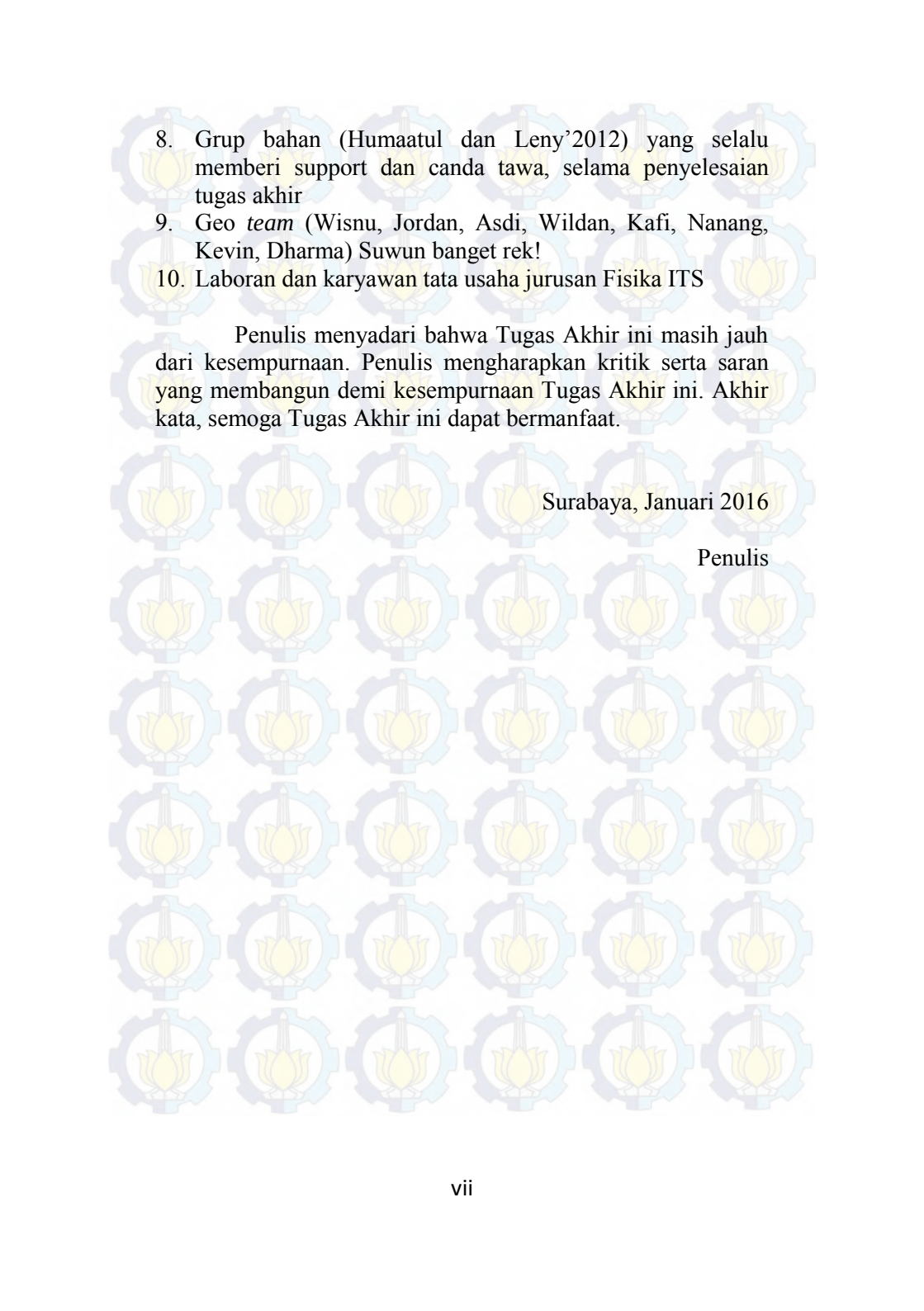
Keywords: Hydrophobic, Silica, Water Contact Angle (WCA)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Jenis Fasa SiO_2 (Quartz, Amorphous, Cristobalite) Terhadap Sifat Hydrophobic Pada Media Kaca”**

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono, M. Eng selaku Kepala Jurusan Fisika ITS
2. Bapak Dr. Mochammad Zainuri, M.Si selaku dosen dosen pembimbing yang telah memberikan tuntunan, ilmu, semangat, kritik dan saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
3. Bapak Ir. Didiek Basuki Rahmat selaku dosen wali atas semua kritik, saran dan masukan selama penulis berkuliah disini
4. Ibu, Bapak dan Adik tercinta, serta semua keluarga yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian, dan kasih sayang
5. Adhita Ferbi sebagai *partner* satu tim dalam penelitian ini yang selalu membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini
6. Teman-teman FOTON 2011 dan kakak-kakak S2 Fisika ITS yang memberikan semangat dan dukungan dalam hal akademik
7. DMA *team* (mbak Aini, Gita, Tiwik) yang telah membantu dalam sintesis dan karakterisasi silika.

- 
8. Grup bahan (Humaatul dan Leny'2012) yang selalu memberi support dan canda tawa, selama penyelesaian tugas akhir
 9. Geo team (Wisnu, Jordan, Asdi, Wildan, Kafi, Nanang, Kevin, Dharma) Suwun banget rek!
 10. Laboran dan karyawan tata usaha jurusan Fisika ITS

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah/ Ruang Lingkup Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pasir Kuarsa	7
2.2 Silika	8
2.3 Komposit	9
2.3.1 <i>Polymer Matrix Composite</i> (PMC)	10
2.4 Polydimethylsiloxane	10
2.5 <i>Hydrophobic</i>	11
2.5.1 Teori Young	12
2.5.2 Teori Wenzel	13
2.5.3 Teori Cassie-Baxter	15
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Bahan Penelitian	17

3.2	Peralatan Penelitian	17
3.3	Cara Kerja Penelitian	17
3.3.1	Sintesis Silika <i>Quartz</i>	17
3.3.2	Sintesis Silika <i>Amorphous</i> dan <i>Cristobalite</i>	18
3.3.3	Pembuatan Lapisan Komposit PDMS/SiO ₂	19
3.4	Diagram Alir Penelitian	20
3.4.1	Diagram Alir Pemurnian Silika	20
3.4.2	Diagram Alir Komposit PDMS/SiO ₂	21

BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Struktur Silika	23
4.1.1	Analisa Kuantitatif Kandungan Silika	23
4.1.2	Analisa Fasa SiO ₂ Secara Kualitatif dan Kuantitatif	25
4.2	Analisa Komposit PDMS/SiO ₂	29
4.2.1	Analisa Kualitatif Komposit PDMS/SiO ₂ dengan Uji FTIR	29
4.2.2	Distribusi Partikel Pada Hasil Uji SEM	31
4.3	Sifat Kebasahan Lapisan	34
4.3.1	Analisa Transmittansi Bahan Komposit Pelapis PDMS/SiO ₂	34
4.3.2	Aspek Kebasahan	34

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

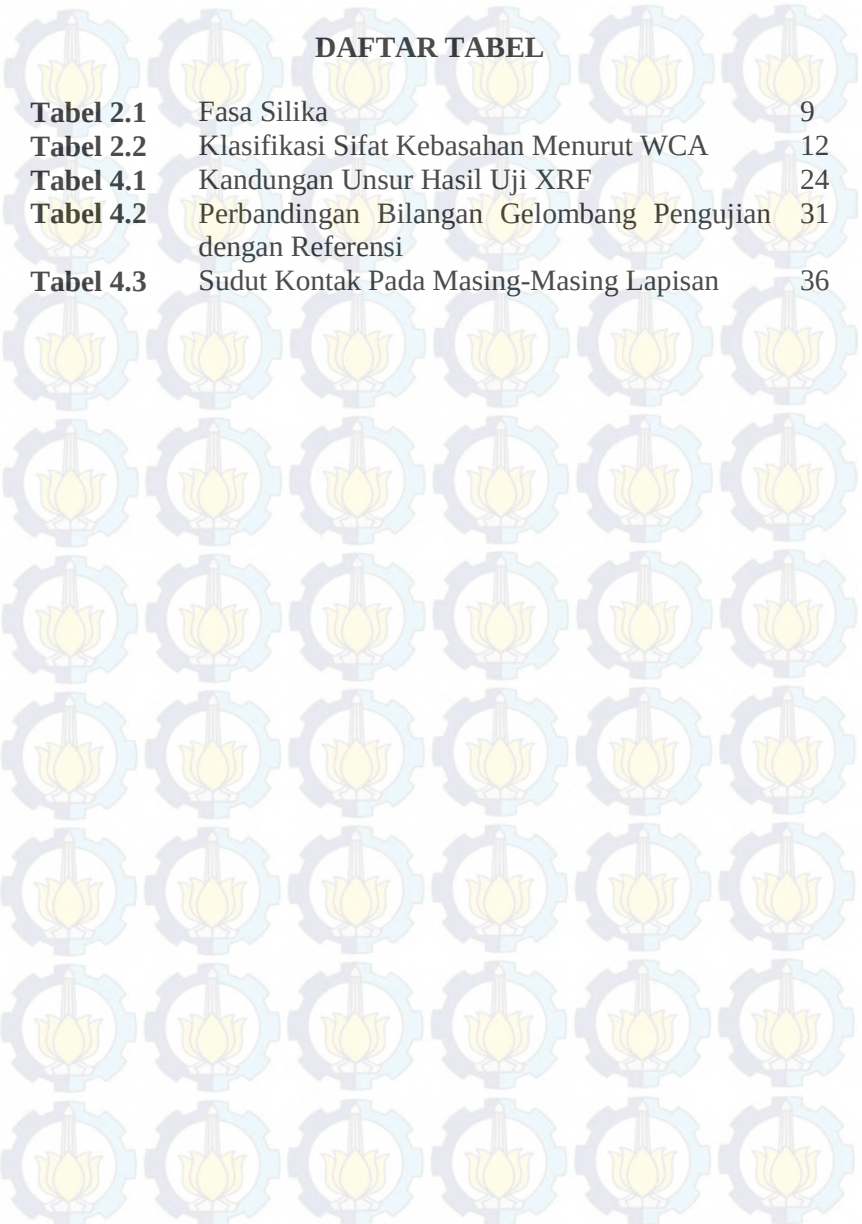
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49
BIODATA PENULIS	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kaca Kotor Karena Debu dan Bintik-Bintik Air	1
Gambar 1.2	Tetesan Air di Tumbuhan lotus	2
Gambar 2.1	Pasir Kuarsa	7
Gambar 2.2	Transformasi Fasa Silika	8
Gambar 2.3	<i>Water Contact Angle</i> (WCA)	11
Gambar 2.4	WCA Menurut Teori Young	13
Gambar 2.5	WCA Menurut Teori Wenzel	14
Gambar 2.6	Grafik WCA Terhadap Kekasaran Bidang Pada Teori Wenzel	14
Gambar 2.7	WCA Menurut Teori Cassie-Baxter	15
Gambar 2.8	Ilustrasi Skematik Dari Tetesan Air Pada Teori Cassie-Baxter Dimana Ujung Dari Kekasaran Terbasahi	16
Gambar 3.1	Diagram Alir Permurnian Silika	20
Gambar 3.2	Diagram Alir Komposit PDMS/SiO ₂	21
Gambar 4.1	PS-Awal (a) ; PS-Separasi (b) ; PS-HCl (c) ; PS-Kopre (d)	24
Gambar 4.2	Pola XRD Silika <i>Quartz</i>	25
Gambar 4.3	Trigonal Teoritis ; Citra SEM Silika <i>Quartz</i>	26
Gambar 4.4	Pola XRD Silika <i>Amorphous</i>	26
Gambar 4.5	Citra SEM Silika <i>Amorphous</i>	27
Gambar 4.6	Kurva DSC-TGA Silika <i>Amorphous</i>	28
Gambar 4.7	Pola XRD Silika <i>Cristobalite</i>	28
Gambar 4.8	Tetragonal Teoritis ; Citra SEM Silika <i>Cristobalite</i>	29
Gambar 4.9	Spektrum FTIR Komposit PDMS/SiO ₂	30
Gambar 4.10	Citra SEM Distribusi Partikel Lapisan PDMS/SA	32
Gambar 4.11	Citra SEM Distribusi Partikel Lapisan PDMS/SC	33
Gambar 4.12	Grafik Nilai Transmittansi dan Absorbsi Komposit PDMS/SQ	34

Gambar 4.13	Grafik Nilai Transmittansi dan Absorpsi Komposit PDMS/SA	34
Gambar 4.14	Grafik Nilai Transmittansi dan Absorpsi Komposit PDMS/SC	35
Gambar 4.15	Grafik WCA Setiap Komposit	36
Gambar 4.16	Besar WCA Pada Setiap Lapisan PDMS/SiO ₂ dengan Jenis <i>Filler</i> yang Berbeda	37
Gambar 4.17	Struktur Permukaan Daun Lotus	38
Gambar 4.18	Citra SEM Struktur Hirarki Permukaan PDMS/SC	40
Gambar 4.19	Citra SEM Struktur Hirarki Permukaan PDMS/SA	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fasa Silika	9
Tabel 2.2	Klasifikasi Sifat Kebasahan Menurut WCA	12
Tabel 4.1	Kandungan Unsur Hasil Uji XRF	24
Tabel 4.2	Perbandingan Bilangan Gelombang Pengujian dengan Referensi	31
Tabel 4.3	Sudut Kontak Pada Masing-Masing Lapisan	36



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Hasil Pengujian <i>X-ray Flourescene</i> (XRF)	49
Lampiran B	Data COD dan Penghalusan Rietica	52
Lampiran C	Hasil Pengujian Ukuran Partikel dengan PSA	55



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 adalah adanya kabut dan debu yang menempel pada kaca sehingga mengganggu pandangan. Kabut dan embun yang terjadi karena cuaca yang dingin atau hujan akan membentuk bintik-bintik air pada permukaan kaca pelindung seperti pada Gambar 1.1. Untuk membersihkan debu dan bekas tetesan embun tersebut, pengemudi menggunakan air dan wiper yang sudah terpasang pada bagian bawah kaca pelindung. Namun hasil dari pembersihan tersebut tidak efektif, bahkan cenderung semakin buram karena debu yang bercampur dengan air pembersih tidak bisa hilang sepenuhnya.



Gambar 1.1 Kaca kotor karena debu dan bintik-bintik air

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 seperti pada Gambar 1.2. 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. Hal itu menyebabkan daun teratai tidak pernah basah, bahkan saat air menetes pada permukaan daun akan menggelinding bersama serangga, lumpur dan pengotor lainnya.



Gambar 1.2 Tetesan air di tumbuhan teratai

Keuntungan dari *hydrophobic* adalah bersifat anti basah, tampak selalu bersih, mengurangi gesekan fluida dengan permukaan. Dari latar belakang tersebut, apabila diterapkan pada media kaca pelindung alat transportasi kaca akan memiliki sifat *self-cleaning* sehingga dapat meminimalkan atau mengurangi biaya perawatan. Material utama yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan memanfaatkan pasir alam pantai Bancar, Tuban. Dimana kandungan silikanya mencapai 83,3%. Lapisan

hydrophobic sangat dipengaruhi oleh morfologi permukaan dan sifat kimia lapisan.

Telah dilakukan penelitian terdahulu mengenai teknologi *hydrophobic* dengan judul “Sintesis Lapisan TiO_2 Menggunakan Prekursor TiCl_4 untuk Aplikasi Kaca *Self Cleaning* dan *Anti Fogging*”. Pada penelitian tersebut menggunakan lapisan TiO_2 dengan metode *dip coating* yang dilakukan oleh Anggi, dkk (2012). Akan tetapi bahan yang digunakan kurang ekonomis karena tidak memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah. Selain itu jika lapisan dipanaskan diatas suhu 200°C akan berwarna hitam tidak putih transparan.

Berdasarkan informasi tersebut, maka akan dikarakterisasi SiO_2 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*), dimana PDMS adalah bagian dari jenis silikon yang termasuk dalam polimer inorganik, yang memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna, tahan air, tahan oksidasi, dan bukan konduktor listrik. Dengan karakteristik yang dimiliki oleh PDMS dan silika sehingga dapat terbentuk material baru yang memiliki sifat *hydrophobic*. Dalam penelitian ini akan dilakukan pelapisan komposit PDMS/ SiO_2 pada permukaan kaca dengan teknik *dip coating*. Variabel yang akan divariasikan adalah fasa SiO_2 untuk mengetahui pengaruh dalam sifat *hydrophobic* suatu lapisan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana mensintesis fasa SiO_2 yang diinginkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ?
2. Bagaimana hasil transparansi lapisan *hydrophobic* pada substrat kaca ?
3. Bagaimana mengkarakterisasi sifat-sifat kebasahan dan pengamatan mikrostruktur permukaan lapisan ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bahan partikel silika yang digunakan berbasis bahan alam.
2. Pemurnian pasir silika dengan metode fisis dan kimiawi dianggap sempurna sehingga menghasilkan kemurnian yang tinggi.
3. Fasa silika yang diharapkan adalah *amorphous*, *quartz*, *cristobalite*.
4. Substrat kaca yang dilapisi adalah ITO.
5. Perbandingan PDMS dan Silika dibuat tetap yaitu 5:2.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah

1. Untuk dapat mensintesis SiO_2 dengan bahan alam berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.
2. Untuk mendapatkan lapisan *hydrophobic* yang transparan.
3. Untuk mengkarakterisasi sifat-sifat kebasahan dan pengamatan mikrostruktur permukaan lapisan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah didapat material komposit PDMS/ SiO_2 keterkaitan terhadap ketahanan air yang dapat diterapkan dalam kaca mobil pelindung alat transportasi. Selain itu dapat memberikan informasi atau inovasi dalam pemanfaatan pasir alam untuk diaplikasikan sebagai material *hydrophobic*.

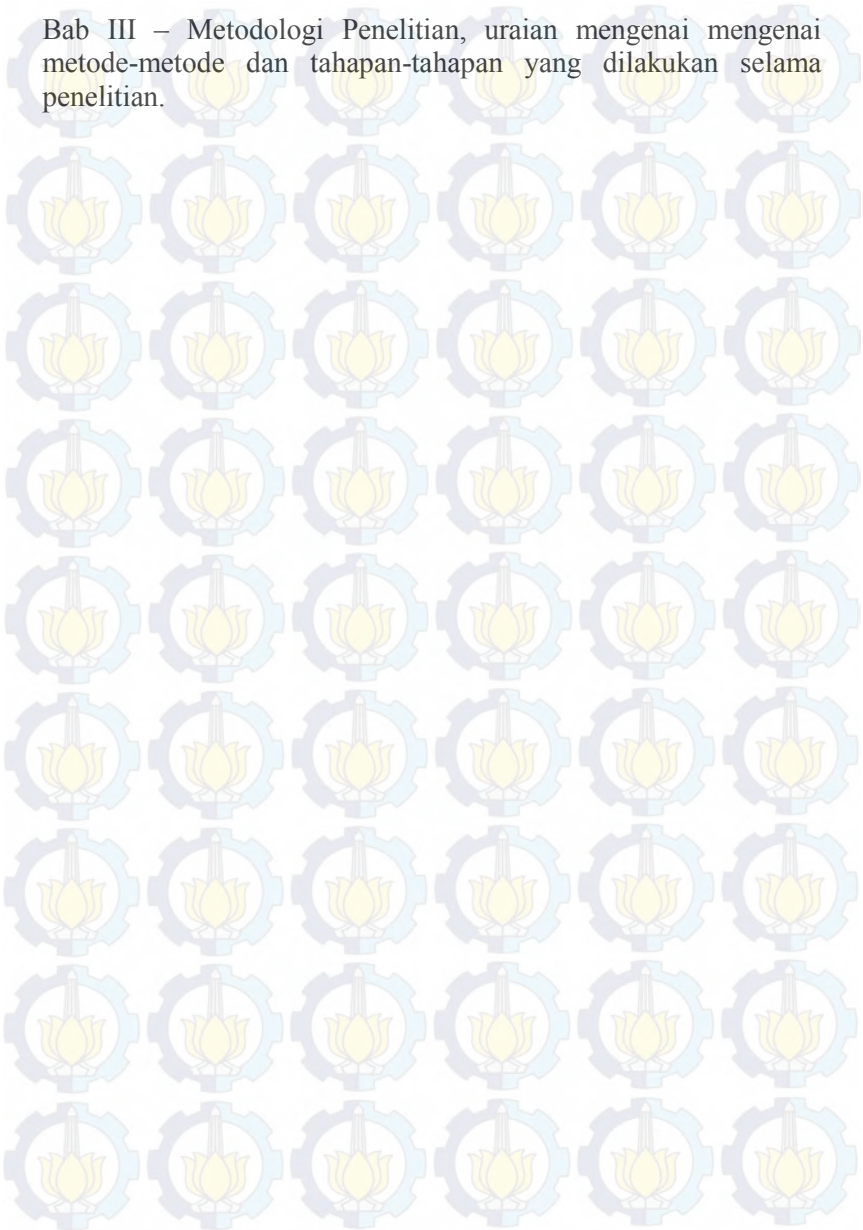
1.6 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

Bab I – Pendahuluan, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan laporan penelitian.

Bab II – Tinjauan Pustaka, berisi uraian mengenai teori yang mendukung analisis.

Bab III – Metodologi Penelitian, uraian mengenai mengenai metode-metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian.



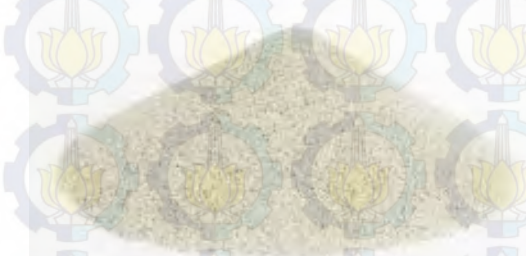


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pasir Kuarsa

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya. Indonesia memiliki panjang garis pantai mencapai 95.181 km karena Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, sehingga keberadaan pasir pantainya sangat melimpah. Pasir kuarsa merupakan hasil pelapukan dari batuan beku asam yang mengandung material utama kuarsa. Material pembentuk pasir kuarsa secara dominan tersusun oleh kristal silika (SiO_2) serta beberapa material pengotor lainnya. Material pengotor ini bisa sebagai pemberi warna yang dapat menandakan derajat kemurniannya. Jika terlihat kuning maka pasir mengandung banyak senyawa besi, jika terlihat berwarna putih maka pasir mengandung unsur aluminium dan titan, dan jika berwarna kemerahan maka dominan mengandung magnesium, kalium dan kalsium. Pasir kuarsa banyak ditemukan di daerah pesisir sungai, lautan dangkal, danau, dan pantai, dengan kandungan silika (SiO_2) antara 55,3-99,87 wt% (Iriansyah, 2011).



Gambar 2.1 Pasir kuarsa

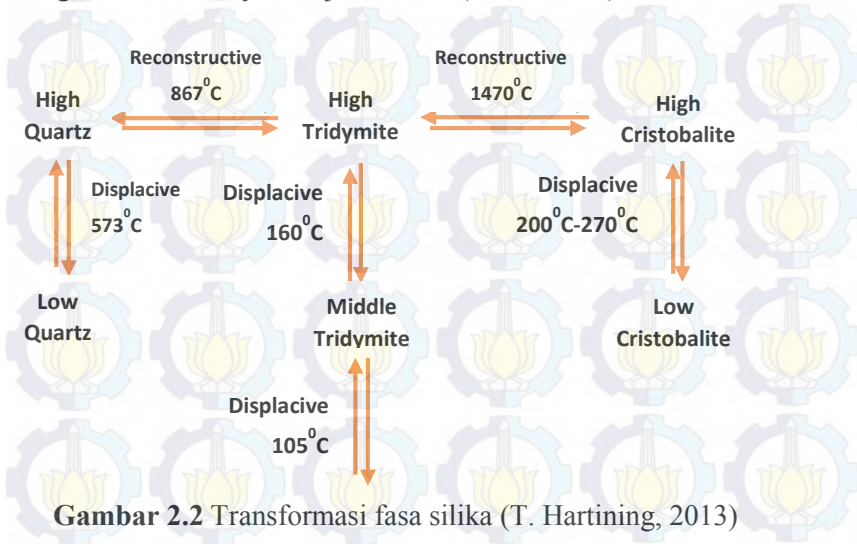
Dalam kegiatan industri penggunaan pasir pantai berkembang luas, baik sebagai bahan utama, maupun campuran. Misalnya digunakan dalam industri gelas kaca, semen, keramik dan cor. Pantai Bancar, Tuban merupakan salah satu daerah di Jawa Timur

yang memiliki kemurnian silika sebesar 81,7%. Warna pasir dari pantai Bancar, Tuban adalah kuning kecoklatan dengan pengotor terbesar adalah Ca 14,8% dan Fe 2,49% (T. Hartining, 2013).

2.2 Silika

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* (Apriliana, 2015). Sebagian besar metode yang digunakan untuk memurnikan silika menghasilkan silika amorf, sehingga perlu diberikan perlakuan lain untuk mengubah strukturnya menjadi kristal (Izzati, 2013).



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 (Latif, 2014).

Tabel 2.1 Tabel fasa silika

Fasa Silika	<i>Space Group</i>	Struktur Kristal	<i>Lattice Parameter</i>
Quartz (Nomor PDF 16-2490)	P 32 2 1	Trigonal (Heksagonal)	$a = b = 4,9134 \text{ \AA}$ $c = 5,4051 \text{ \AA}$
Kristobalit (Nomor PDF 76-1390)	P 41 21 2	Tetragonal	$a = b = 4,9780 \text{ \AA}$ $c = 6,9480 \text{ \AA}$
Tridimit (Nomor PDF 21-0442)	P 1	Triklinik	$a = 5,0007 \text{ \AA}$ $b = 8,5909 \text{ \AA}$ $c = 8,2202 \text{ \AA}$

2.3 Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai pengabungan dari 2 atau lebih tipe material dengan masing-masing material memiliki keunggulan, sehingga dihasilkan material baru yang mempunyai sifat baru untuk memenuhi kebutuhan yang tidak dapat diperoleh di alam. Komposit terdiri dari dua penyusun yaitu matrik yang bersifat kontinyu dan mengelilingi *filler* sebagai penguat. Pada

komposit tidak terjadi perubahan sifat kimia atau fisisnya, hanya terjadi ikatan antar permukaan sehingga masih dalam sifat kimia dan sifat fisis masing-masing senyawa.

Berdasarkan metrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok, yaitu :

1. *Metal Matrix Composite* (MMC), dimana logam sebagai matrik
2. *Cramic Matrix Composite* (CMC), dimana keramik sebagai matrik
3. *Polymer Matrix Composite* (PMC), dimana polimer sebagai matrik

2.3.1 *Polymer Matrix Composite* (PMC)

Bahan ini merupakan jenis komposit yang sering digunakan. Komposit ini terdiri dari polimer sebagai *matrix*, baik itu *thermoplastic* maupun *thermosetting*. PMC banyak dikembangkan karena pengaplikasiannya yang luas. Secara umum, pemberian *filler* digunakan untuk meningkatkan kekasaran (*hardness*), dapat dimodifikasi nilai kekuatan (*strength*) dan ketangguhan (*toughness*).

2.4 *Polydimethylsiloxane*

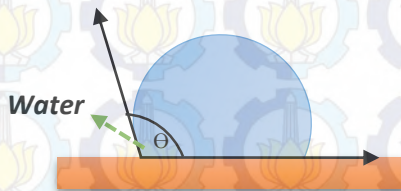
Polydimethylsiloxane (PDMS) merupakan jenis yang paling umum dari polysiloxan yaitu polimer inorganik yang terdiri dari komponen penyusun silikon-oksigen dengan formula kimianya adalah $\text{CH}_3[\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}]_n\text{Si}(\text{CH}_3)_3$. PDMS merupakan grup terbesar kedua dari material 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 (SiO_2) 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 SiO_2 . Permukaan *superhydrophobic* sangat transparan dengan kekasaran skala ganda juga diciptakan oleh Kunquan Li, dkk menggunakan partikel SiO_2 yang termodifikasi untuk membangun kekasaran.

2.5 Hydrophobic

Hydrophobic adalah salah satu fenomena fisika yang bersifat takut air atau anti air. Suatu permukaan dikatakan *hydrophobic* jika permukaan tersebut tidak basah bila terkena air dan terlihat selalu bersih. *Hydrophobic* suatu permukaan dapat diketahui dengan mengukur besarnya *water contact angle* (WCA) yaitu sudut yang terbentuk antara permukaan lapisan dengan fluida yang ditetaskan dapat dilihat pada Gambar 2.3. Jenis fluida tetesan berpengaruh dalam WCA yang terbentuk, yaitu semakin kecil nilai viskositas fluida, maka WCA yang terbentuk semakin besar (Gusrita, 2014).



Gambar 2.3 *Water Contact Angle*

Di alam terdapat contoh tumbuhan yang memiliki sifat anti air. Tumbuhan tersebut adalah lotus. Struktur permukaan lotus menyebabkan daun-daun lotus tidak pernah basah. Lotus memiliki permukaan yang dipenuhi dengan bulu halus tidak beraturan, saat butiran air jatuh pada permukaan ini, hanya mengenai bulu halus. Butiran air tersebut ditahan oleh kantong udara dibawahnya, kemudian dihalau dari daun. Berikut adalah klasifikasi sifat

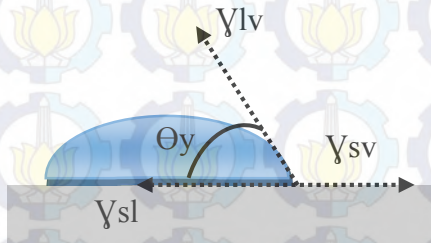
kebasahan berdasarkan *water contact angle* (WCA) yang terbentuk:

Tabel 2.2 Klasifikasi sifat kebasahan menurut WCA

KLASIFIKASI	WATER CONTACT ANGLE (WCA)
<i>Superhydrophobic</i>	$\triangleright 150^0$
<i>Hydrophobic</i>	$\triangleright 90^0$
<i>Hydrophilic</i>	$\triangleleft 90^0$
<i>Superhydrophilic</i>	$\sim 0^0$

2.5.1 Teori Young

Memahami perilaku tetesan air dipermukaan sangat penting untuk mengetahui sifat kebasahan. Interaksi antara tegangan antar permukaan *solid-liquid*, *solid-vapor*, dan *liquid-vapor* menetapkan batas-batas sudut kontak air.



Gambar 2.4 WCA menurut teori Young

Teori Young menjelaskan mengenai WCA untuk permukaan yang halus sempurna. Berikut adalah persamaannya :

$$\cos \theta_y = \frac{\gamma_{sv} - \gamma_{sl}}{\gamma_{lv}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

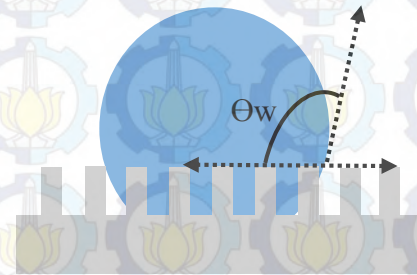
γ_{sv} : Tegangan antar permukaan *solid-vapor*

γ_{sl} : Tegangan antar permukaan *solid-liquid*

γ_{lv} : Tegangan antar permukaan *liquid-vapor*

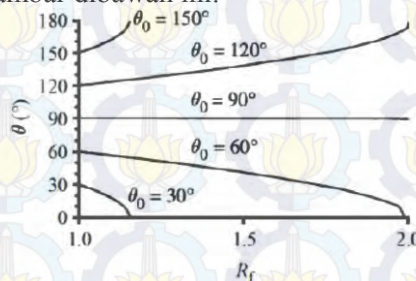
2.5.2 Teori Wenzel

Ada dua macam permukaan yaitu permukaan halus dan kasar. Namun pada kenyataannya permukaan hampir tidak ada yang halus sempurna, sehingga tidak dapat dinyatakan oleh persamaan Young secara sederhana. Wenzel mengembangkan sebuah model dimana tetesan air mengisi setiap lekuk kekasaran yang homogen.



Gambar 2.5 WCA menurut teori Wenzel

Seiring bertambah kasarnya permukaan, luas area kontak akan semakin berkurang. Wenzel menemukan fakta bahwa permukaan kasar tidak serta merta membuat area kontak mengecil dan WCA membesar, namun hal ini bergantung pada sifat asli permukaan. Pada permukaan *hydrophobic* ($\theta_0 > 90^\circ$), pengasaran dapat membesarkan WCA, sehingga membuat permukaan semakin menolak air. Pada permukaan *hydrophilic* ($\theta_0 < 90^\circ$), pengasaran akan membuat permukaan semakin menarik air. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.6 Grafik WCA terhadap kekasaran bidang pada teori Wenzel

WCA untuk teori Wenzel ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

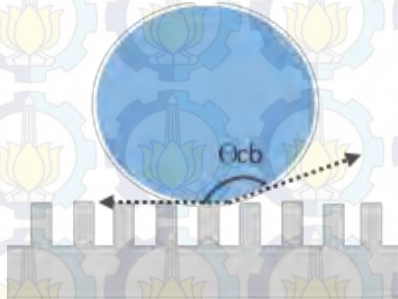
$$\cos \theta_w = \frac{R_f (\gamma_{sv} - \gamma_{sl})}{\gamma_{lv}} = R_f \cos \theta_y \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : θ_y : WCA teori Young
 R_f : faktor kekasaran

Faktor kekasaran (R_f) adalah nilai dari perbandingan antara permukaan *solid-liquid* (A_{sl}) dengan proyeksi area pada bidang datar (A_f). Nilai $R_f = 1$ untuk permukaan halus sempurna, dan jika nilai $R_f > 1$ untuk permukaan kasar.

2.5.3 Teori Cassie-Baxter

Cassie-Baxter menjelaskan hubungan WCA dengan permukaan kasar heterogen dengan model “kantong udara”. Sebuah teori dimana pembasahan itu dianggap bahwa lekuk dibawah tetesan air dipenuhi dengan udara bukan air. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 WCA menurut teori Cassie-Baxter

Dalam hal ini, antar muka permukaan cairan sebenarnya merupakan antar muka yang terdiri dari dua fase, yaitu antar muka *solid-liquid* (f_{sl}) dan antar muka *vapor-liquid* (f_{vl}). Kemudian WCA adalah jumlah dari semua kontribusi fase yang berbeda seperti dijelaskan pada rumus dibawah ini :

$$\cos \theta_c = f_{sl} \cos \theta_1 + f_{vl} \cos \theta_2 \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : f_{sl} : fraksi *solid-liquid*

f_{vl} : fraksi *vapor-liquid*

θ_1, θ_2 : sudut kontak pada permukaan dari f_{sl} dan f_{vl}

Jumlah antara $f_{sl} + f_{vl} = 1$, maka $f_{vl} = 1 - f_{sl}$. Dengan $\theta = 180^\circ$ untuk udara, sudut kontak yang dihasilkan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\cos \theta_c = f_{sl} \cos \theta + (1 - f_{sl}) \cos 180^\circ = f_{sl} \cos \theta - 1 + f_{sl} \dots (4)$$

Parameter f berkisar dari 0 sampai 1, dimana pada $f=0$ tetesan air tidak membasahi permukaan sama sekali dan pada $f=1$ permukaan benar-benar dibasahi, sehingga ketika air diteteskakan pada keadaan Cassie-Baxter, sehingga memungkinkan tetesan air untuk menggelinding dengan mudah diatas permukaan media lapisan.

Ada keadaan dimana puncak dari kekasaran sedikit dilingkupi oleh cairan, maka ada faktor baru yaitu R_f yang menunjukkan nilai kekasaran dari area yang terbasahi yang dtunjukan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Ilustrasi skematik dari tetesan air pada teori Cassie-Baxter dimana ujung dari kekasaran terbasahi. Sehingga persamaan (4) dapat dirubah menjadi persamaan dibawah ini :

$$\cos \theta_c = R_f f_{sl} \cos \theta - f_{la} \dots \dots \dots (5)$$



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

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

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, gelas ukur, pipet, spatula kaca, spatula aluminium, kertas saring, *aluminum foil*, magnet permanen, *furnace*, oven untuk *drying*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, 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 Floresence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Particle Size Analyzer* (PSA), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), UV-Vis, kamera DSLR Canon EOS 650D dan *reverse ring*, kaca ITO, *corel draw software* untuk analisa sudut kontak air, *Differential Scanning Colorimeter* (DSC) dan *Thermogravimetry Analyzer* (TGA).

3.3 Cara Kerja Penelitian

3.3.1 Sintesis Silika *Quartz*

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. Kemudian dilakukan uji *X-Ray Flourescene* (XRF) untuk mengetahui unsur-unsur dalam pasir tersebut dan *Praticle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel. Pasir kemudian diseparasi dengan menggunakan magnet permanen untuk mengurangi kadar *magnetic compound* di dalam pasir,

kemudian dilakukan uji XRF. Pasir dihaluskan dengan metode *wet milling*, yang dilakukan menggunakan bola zirkon dengan media basahnya adalah alkohol 96% selama 1 jam dengan kecepatan 150 rpm. Perbandingan pasir dengan alkohol yang digunakan adalah 15 gr : 20 ml, dengan jumlah bola zirkon 20 buah. Tahap ini bertujuan untuk mereduksi ukuran silika. Pasir kemudian dikeringkan, selanjutnya dilakukan uji PSA. 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. Perbandingan antara pasir dengan HCl adalah 1:30. Pada proses ini bertujuan untuk melarutkan *impurities* yang dapat larut ke dalam larutan HCl. Setelah proses perendaman, endapan serbuk dicuci dengan aquades hingga netral (pH=7) dan dikeringkan. Kemudian diuji XRF, dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui fasa yang terbentuk.

3.3.2 Sintesis Silika *Amorphous* dan *Cristobalite*

Serbuk pasir silika yang telah kering dituang ke dalam NaOH 7M dengan perbandingan silika dan NaOH adalah 5 gr : 21 gr. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirer* dengan temperatur 250°C selama 2 jam. Selanjutnya dilarutkan kembali dalam 200 ml aquades yang dituang sedikit demi sedikit dengan diaduk menggunakan *magnetic stirer* selama 1 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring halus, larutan yang lolos saring merupakan larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) yang akan digunakan pada proses kopresipitasi.

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 untuk menghilangkan garam (NaCl) yang terbentuk selama proses titrasi. Endapan kemudian disaring dan dikeringkan. Serbuk yang telah bersih tersebut berfasa *amorphous*. Dilakukan uji XRF, XRD, PSA dan DSC/TGA untuk mengetahui karakterisasi sampel terhadap pemberian perlakuan panas. Silika yang telah kering dikalsinasi 1200°C dengan penahanan waktu 2

jam untuk fasa *cristobalite*. Kemudian dilakukan uji XRD dan PSA.

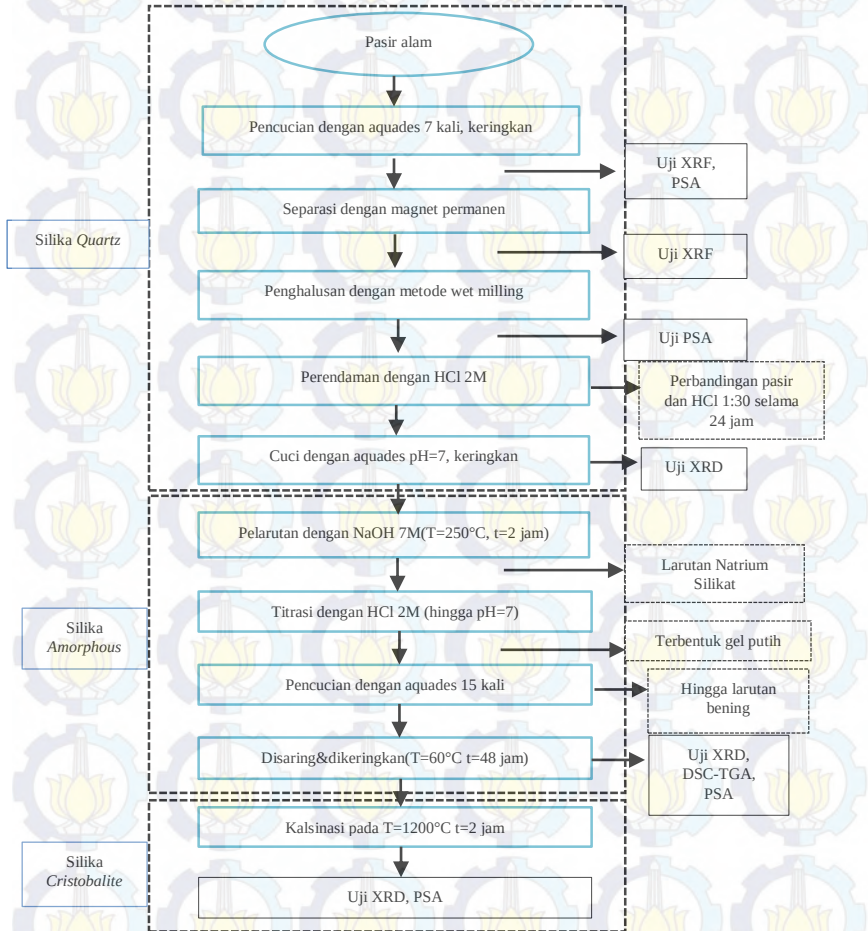
3.3.3 Pembuatan Lapisan Komposit PDMS/SiO₂

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, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* 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, selanjutnya diuji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui ada tidaknya reaksi antara PDMS dengan SiO₂, dan uji *Ultraviolet Visible Spectroscopy* (UV-Vis) untuk mengetahui transmitansi dan absorpsi pada lapisan tersebut.

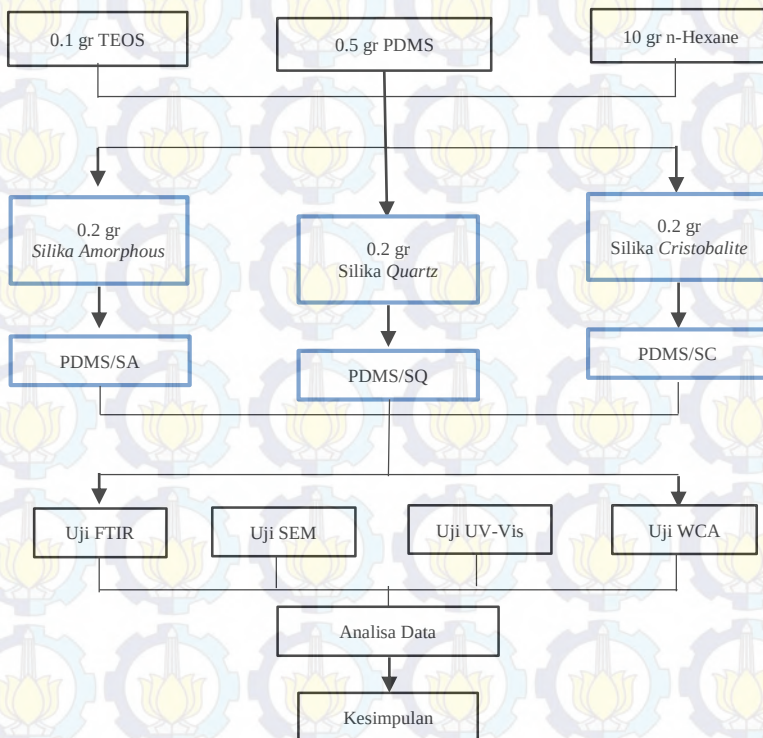
3.4 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Diagram Alir Pemurnian Silika



Gambar 3.1 Diagram alir pemurnian silika

3.4.2 Diagram Alir Komposit PDMS/SiO₂



Gambar 3.2 Diagram alir komposit PDMS/SiO₂



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Struktur Silika

4.1.1 Analisa Kandungan Silika Dengan Uji *X-ray Flourescence* (XRF)

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

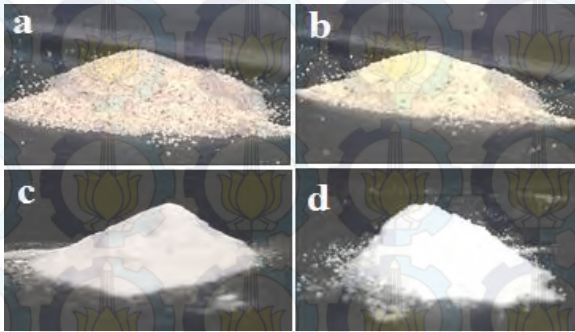
Tabel 4.1 Kandungan unsur hasil uji XRF

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
Ca	1,93	1,1	0,91	1,2
Ti	3,71	0,66	0,65	0,28
V	0,067	0,01	-	-
Cr	0,16	-	-	0,096
Mn	0,11	-	-	-
Fe	5,86	0,83	0,50	0,759
Ni	0,26	0,18	0,17	0,21
Cu	0,15	0,11	0,11	0,13

Ket : PS-SPARASI : Pasir silika setelah disparasi

PS-HCl : Pasir silika setelah perendaman dengan HCl

PS-KOPRE : Pasir silika setelah proses kopresipitasi



Gambar 4.1 PS Awal (a);PS Sparasi (b);PS HCl (c);PS Kopre (d)

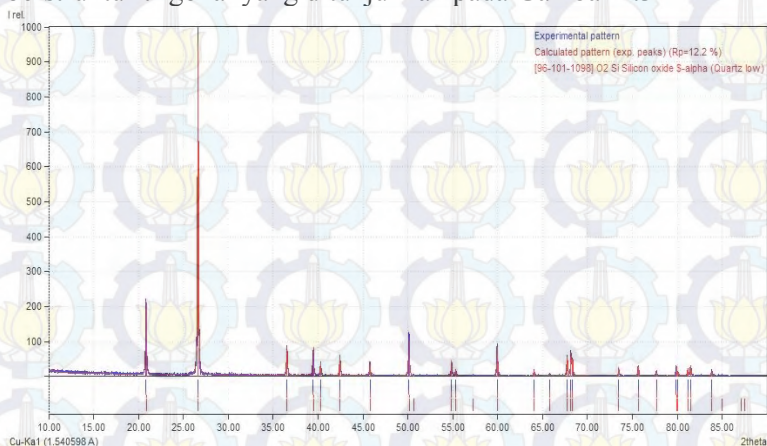
Pasir silika pantai Bancar secara alami banyak mengandung elemen utama silikon (Si) sebesar 83,3% dengan elemen-elemen minor terbesar adalah Ferro (Fe) dan Kalium (K), dengan masing-masing besarnya 5,86% dan 4,41%. Secara alamiah pasir Bancar mempunyai warna pasir coklat kekuning-kuningan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1a yang diindikasikan mengandung banyak pengotor elemen organik. 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, proses tersebut membuat warna pasir menjadi coklat kekuningan cerah yang ditunjukkan pada Gambar 4.1b. Pada proses *leaching* dengan pelarut asam klorida (HCl) banyak unsur-unsur mineral yang terlarut, sehingga meningkatkan kemurnian kandungan silika yang ditunjukkan pada Gambar 4.1c, warna pasir menjadi putih buram. 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, ditunjukkan pada Gambar 4.1d dengan warna putih cerah.

4.1.2 Analisa Fasa Secara Kualitatif dan Kuantitatif

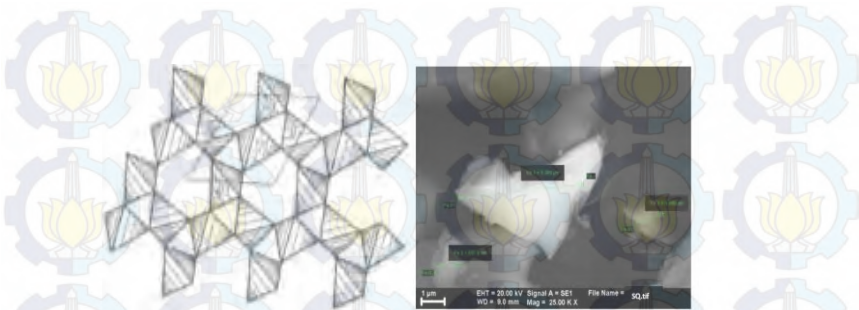
Senyawa silika merupakan bahan polimorfi, yaitu memiliki banyak struktur kristal (*quartz*, *trydimite*, *cristobalite*). Masing-masing fasa memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan yang lainnya. Proses pembentukan masing-masing fasa sangat dipengaruhi oleh temperatur kalsinasi, dan waktu penahanan. Pada penelitian ini pembuatan masing-masing fasa didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, dengan bahan baku pasir Bancar yang sama dan proses-proses pada variabel tertentu untuk mendapatkan fasa yang dikehendaki.

a. Silika *Quartz* (SQ)

Pada tahap proses pemurnian unsur silika (*leaching*) telah diperoleh senyawa Silika *Quartz* (SQ) seperti yang ditunjukkan pada hasil pengamatan *X-Ray Diffraction* (XRD) Gambar 4.2. Dan didapat ukuran partikel 322.5 nm 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 4.3



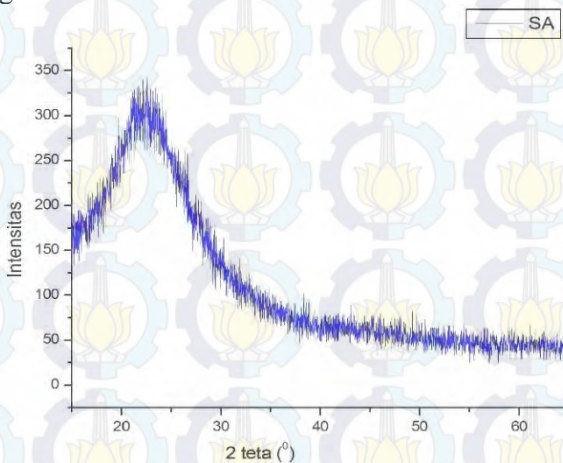
Gambar 4.2 Pola XRD silika *quartz* dengan software match



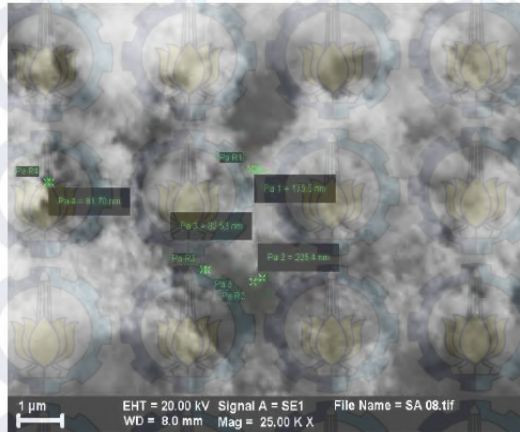
Gambar 4.3 Trigonite teoritis ; Citra SEM silika *quartz* (fauziyah, 2015)

b. Silika *Amorphous* (SA)

Fasa *Silika Amorphous* (SA) didapatkan melalui proses kopresipitasi yang ditunjukkan dengan hasil XRD pada Gambar 4.6. 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 247,9 nm. Secara morfologi mikrostruktur SA dapat dilihat pada Gambar 4.5, dapat dilihat bahwa SA memiliki ukuran partikel dan bentuk yang tidak seragam dan beraglomerasi.



Gambar 4.4 Pola XRD silika *amorphous*



Gambar 4.5 Citra SEM silika *amorphous* (Fauziyah, 2015)

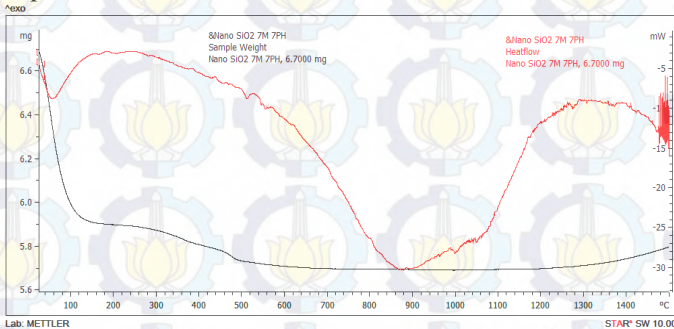
c. Silika *Cristobalite* (SC)

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 4.6. Pada Gambar tersebut terlihat adanya 2 kurva yaitu kurva berwarna merah merupakan hasil uji *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) dan yang berwarna hitam adalah hasil uji *Termogravimetric Analysis* (TGA). Hasil uji TGA yaitu untuk mengetahui pengurangan massa SiO_2 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.

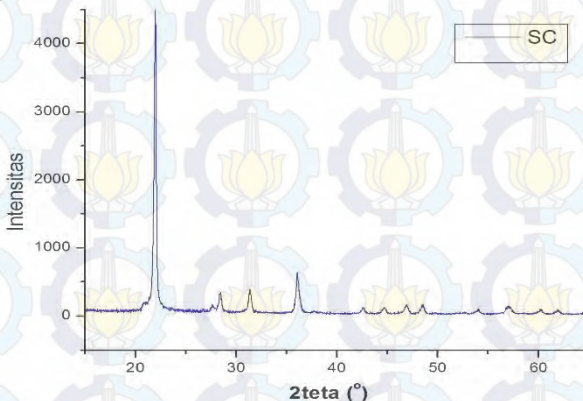
Reaksi endotermik yang terjadi ketika tidak ada pengurangan massa partikel SiO_2 ditengarai sebagai daerah-daerah terjadinya transformasi fasa SiO_2 yang dapat dikaitkan dengan pembentukan fasa *cristobalite*. Oleh karena itu, dipilih pemanasan silika

amorphous pada temperatur 1200°C selama 2 jam untuk mendapatkan silika *cristobalite*.

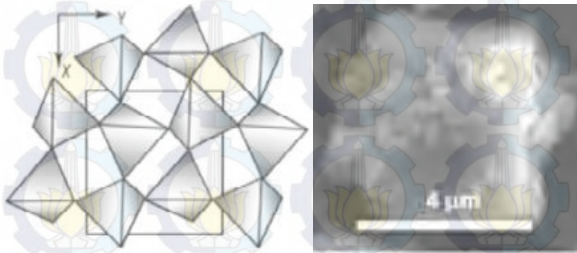


Gambar 4.6 Hasil uji DSC-TGA silia (Rizka, 2014)

Serbuk silika *amorphous* yang telah dikalsinasi pada temperatur 1200°C menghasilkan pola difraksi seperti Gambar 4.7. 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 4.8, yang menunjukkan bahwa SC berstruktur tetragonal dengan ukuran partikel 255nm.



Gambar 4.7 Pola XRD silika *cristobalite*



Gambar 4.8 Tetragonal teoritis Citra SEM silika *cristobalite* (T. Hartining, 2013)

4.2 Analisa Komposit PDMS/SiO₂

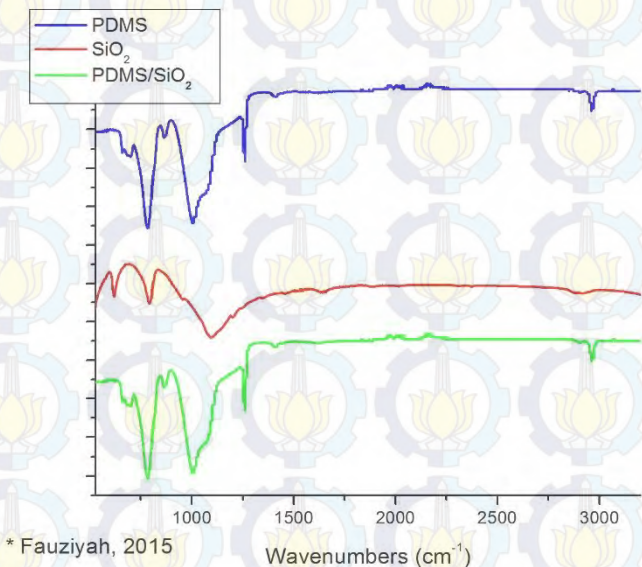
Pada pembuatan material pelapis *hydrophobic* pada umumnya melalui mekanisme rekayasa dari segi sifat kimia dan struktur geometri dari partikel yang digunakan. Bahan yang digunakan sebagai pelapis *hydrophobic* bisa dikategorikan sebagai material komposit, karena bahan tersebut terdiri dari 2 bahan utama yaitu *matrix* dan pengisinya. Pada penelitian ini menggunakan bahan *matrix* adalah *polydimethylsiloxane* (PDMS) dan pengisinya adalah silika. Dimana bahan silika yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari dua elemen utama yaitu bahan anorganik TEOS dan mineral alam pasir silika. proses komposit dilakukan dengan pencampuran biasa, selanjutnya dilapiskan pada substrat untuk digunakan sebagai pelapis. Untuk mengetahui bahan tersebut sudah terbentuk komposit dilakukan uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

4.2.1 Analisa Kualitatif Komposit PDMS/SiO₂ dengan Uji FTIR

Untuk mengidentifikasi ikatan gugus komposit PDMS/SiO₂ dapat dianalisa menggunakan uji FTIR. Hasil analisis spektra dapat dilihat pada Gambar 4.9. Spektrum komposit PDMS/SiO₂ menunjukkan beberapa puncak yang mengidentifikasi adanya beberapa gugus fungsi. Baik yang dimiliki oleh silika, *polydimethylsiloxane* (PDMS), atau gugus fungsi dari pengotor.

Dari hasil spektroskopi FTIR yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang dicocokkan dengan berbagai referensi

Diketahui adanya puncak khas dari gugus siloksan (Si-O-Si) yaitu pada rentang $1000\text{--}1130\text{ cm}^{-1}$ yang diperkuat dengan adanya gugus Si-O pada daerah $782\text{--}805\text{ cm}^{-1}$ (Apriliana, 2015). Pada hasil pengujian terdeteksi ciri puncak *polydimethylsiloxan* (PDMS), yaitu adanya gugus -CH_3 yang menandakan adanya kandungan bahan polimer yang diyakini yaitu pada bilangan gelombang $701,63\text{ cm}^{-1}$ 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 SiO_2 . Maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi ikatan komposit PDMS/ SiO_2 .



Gambar 4.9 Spektrum FTIR komposit PDMS/ SiO_2

Tabel 4.2 Perbandingan bilangan gelombang pengujian dengan referensi.

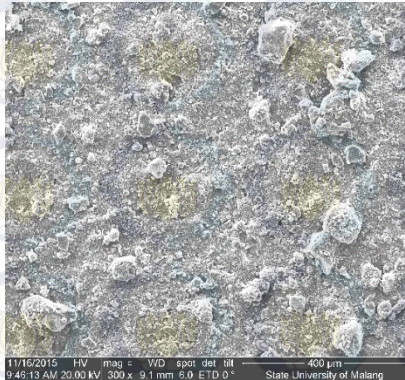
Bil. Gelombang (cm ⁻¹)			Rentang (cm ⁻¹)	Jenis Ikatan	Pergerakan
PDMS /SiO ₂	PDMS	SiO ₂			
701,6	700	-	700-690	Si- 	
784,9	784,4	794,6	782-805	Si-O	<i>Sym strech</i>
862,9	863,53	-	865-750	Si-CH ₃	<i>Strech vib</i>
1004,3	1007,3	1095,5	1000-1130	Si-O-Si	<i>Asym stretch</i>
1257,8	1257,2	-	1245-1275	Si-CH ₃	<i>Bending</i>
2961,7	2961,8	-	2962-2979	-CH ₃	<i>Sym strech</i>

*Arkles, 1987 ; Oweni, 2009 ; Stuart, 2004

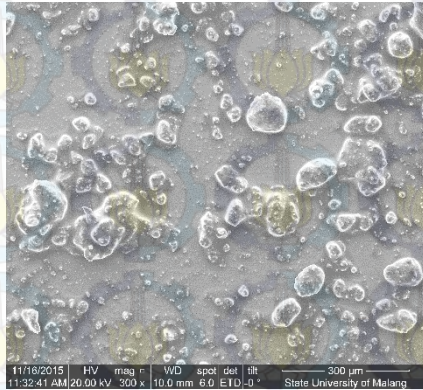
4.2.2 Distribusi Partikel Pada Hasil Uji SEM

Dari hasil pelapisan komposit PDMS/SiO₂ dengan metode *dip*, didapatkan citra SEM persebaran partikel SiO₂ pada Gambar 4.10 untuk distribusi partikel lapisan PDMS/SA. Citra SEM tersebut menunjukkan persebaran partikel yang merata, sedangkan Gambar 4.11 untuk persebaran SiO₂ pada lapisan PDMS/SC menunjukkan ketidakmerataan persebaran partikel. Partikel dibagi menjadi 2 macam jenis menurut aglomerasinya, yaitu primer partikel dan sekunder partikel. Primer partikel yaitu kumpulan unit-unit kristal yang sama membentuk suatu kesatuan dalam orde nano. Sedangkan sekunder partikel adalah kumpulan unit-unit kristal yang sama yang terjadi pada saat diberi temperatur dimana unit kristal tumbuh membesar membentuk sekunder partikel dalam orde sub nano. Pada hasil citra SEM silika *amorphous* (SA) kecenderungan merata karena memiliki primer partikel yang jumlahnya lebih banyak dari sekunder partikel.

Pembentukan silika *cristobalite* (SC) terjadi pada 2 tahap, yaitu pembentukan inti dan pertumbuhan inti. Untuk dapat terjadi kristalisasi membutuhkan kondisi supersaturasi yaitu dengan pemanasan (kalsinasi). Dalam keadaan temperatur tinggi atom-atom memiliki cukup energi untuk selalu bergerak dan memiliki susunan yang tidak teratur. Setelah temperatur mulai turun, energi atom semakin rendah dan semakin sulit untuk bergerak, serta mulai mengatur kedudukannya untuk membentuk inti kristal. Semakin turunnya temperatur, semakin banyak atom yang bergabung dengan inti yang sudah ada atau membentuk inti baru. Setiap inti akan tumbuh menarik atom-atom lain dari ini yang belum sempat tumbuh membentuk kristal-kristal yang kemudian bergabung dan membeku. 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 4.10 Citra SEM distribusi partikel lapisan PDMS/SA



Gambar 4.11 Citra SEM distribusi partikel lapisan PDMS/SC

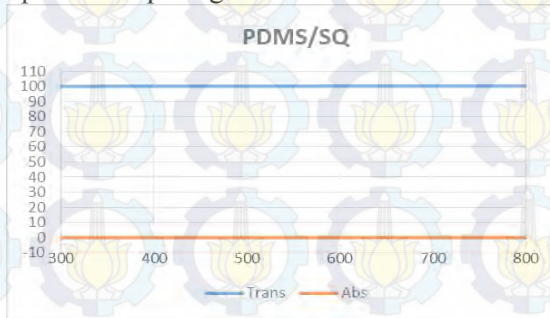
4.3 Sifat Kebasahan Lapisan

Material *hydrophobic* atau yang terkait dengan kemapubasahan suatu permukaan padat dapat diidentifikasi secara kuantitatif berdasarkan nilai *Water Contact Angle* (WCA). WCA yang terbentuk pada permukaan padat sangat dipengaruhi oleh sifat bahan dan cairan dari segi polaritasnya atau dari segi geometri permukaan padatnya. Pada pelapisan *hydrophobic* biasanya digunakan pada lingkungan atmosfer dan terpapar dengan berbagai panjang gelombang cahaya nampak. Salah satu rentang panjang gelombang yang berpengaruh pada kerusakan substrat bahan *hydrophobic* berbasis bahan polimer (PDMS) adalah *Ultraviolet Visible* (UV-Vis). Pengujian paparan bahan komposit *hydrophobic* dengan panjang gelombang UV-Vis yaitu untuk mengetahui sejauh mana efek transmansi pada lapisan *hydrophobic*. Semakin besar absorpsi UV-Vis maka akan berpeluang besar untuk mereduksi kualitas *hydrophobic*.

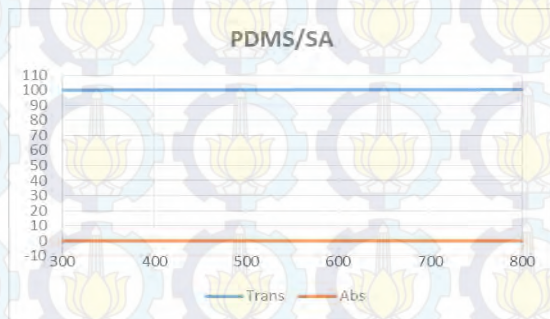
4.3.1 Analisa Transmansi Bahan Komposit Pelapis PDMS/SiO₂

Pengujian UV-Vis yaitu digunakan untuk mengetahui nilai transmansi lapisan komposit PDMS/SA, PDMS/SQ dan PDMS/SC, dimana dapat dikaitkan dengan transparansi substrat

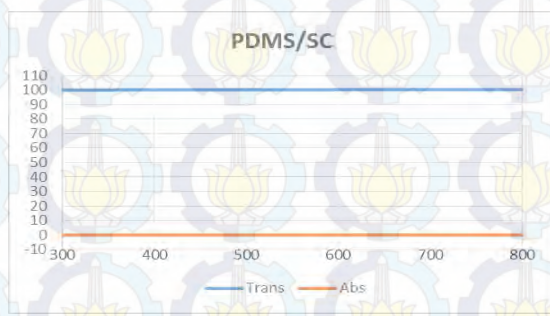
yang telah terlapisi lapisan *hydrophobic*. Nilai dari transmitansi uji UV-Vis dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.12 Grafik nilai uji UV-Vis komposit PDMS/SQ



Gambar 4.13 Grafik nilai UV-Vis komposit PDMS/SA



Gambar 4.14 Grafik nilai 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 absorpsi berbanding terbalik dengan transmitansi. 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.

4.3.2 Aspek Kebasahan

a. *Water Contact Angle* (WCA)

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 *corel draw software*.

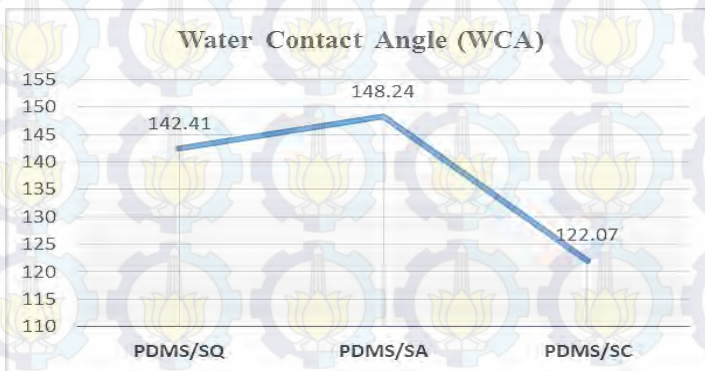
Lapisan PDMS/SiO₂ merupakan suatu lapisan modifikasi non polar. PDMS merupakan bahan polimer dengan sifat alami *hydrophobic*, pemberian SiO₂ akan meningkatkan kekasaran pada permukaan lapisan yang dapat mempengaruhi sifat *hydrophobic*, sehingga saat air diteteskan pada lapisan akan cenderung berbentuk bola tidak membasahi lapisan. *Hydrophobic* dapat diartikan

sebagai sifat takut air. Suatu lapisan dikatakan *hydrophobic* jika membentuk $WCA > 90^\circ$ (Gusrita, 2014). Gambar 4.16 menunjukkan nilai WCA yang terukur pada lapisan *hydrophobic* PDMS/SiO₂ dengan *filler* yang berbeda. Pada hasil penelitian ini didapatkan WCA masing-masing jenis lapisan adalah :

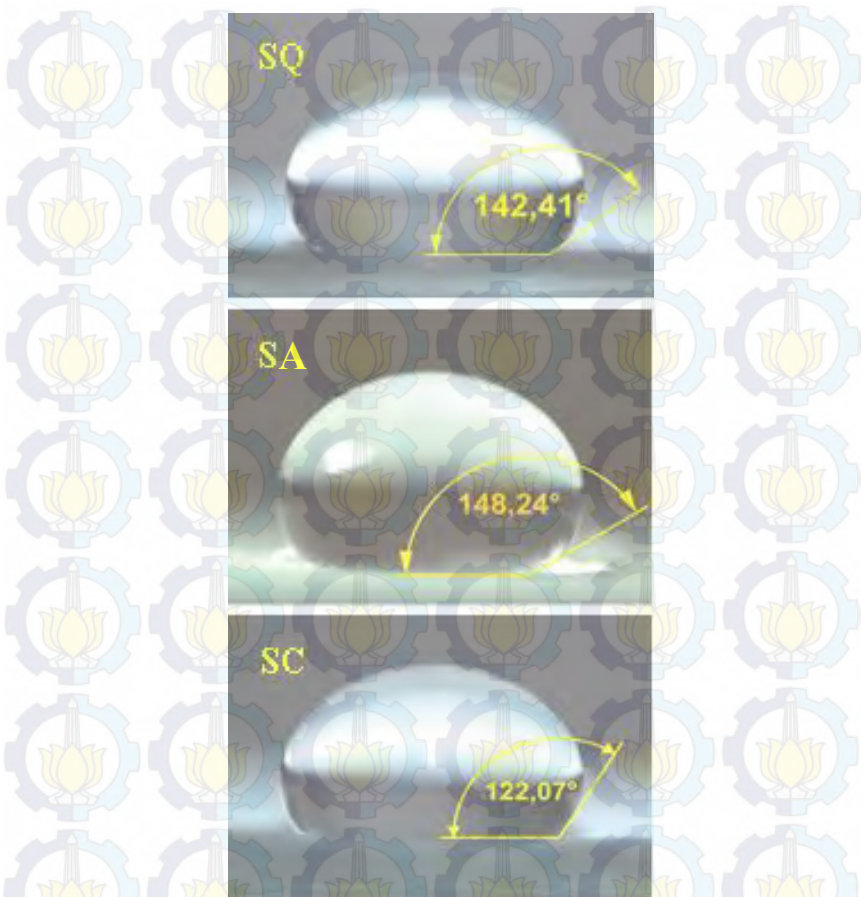
Tabel 4.3 Sudut kontak pada masing-masing lapisan

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 4.15.



Gambar 4.15 Grafik WCA setiap komposit

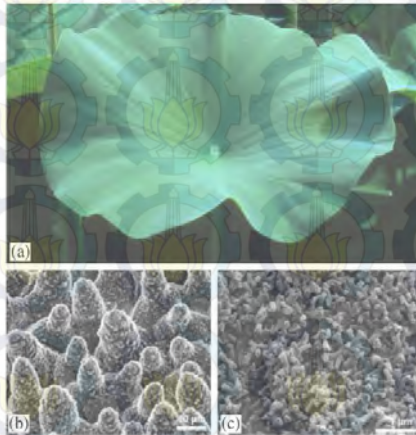


Gambar 4.16 Besar WCA pada setiap lapisan PDMS/SiO₂ dengan jenis *filler* yang berbeda

b. Citra SEM Struktur Hirarki Permukaan

Saat ini para ilmuwan mengembangkan teknologi yang meniru cara kerja alam yang disebut *biomimetics*. Salah satunya adalah teknologi *hydrophobic*. Di alam terdapat beberapa tumbuhan yang memiliki sifat alami *hydrophobic*, salah satunya adalah daun lotus. Dengan mikroskop elektron menunjukkan penampang 2D

permukaan daun yang dapat dilihat pada Gambar 4.17. Permukaan daun terdiri dari beberapa ukuran mikrometer yang dilapisi dengan bulu-bulu halus berukuran nanometer, permukaan seperti itu disebut struktur hirarki permukaan. Karena struktur permukaan daun lotus yang seperti itu, sehingga saat air menetes pada permukaan akan ada udara yang terjebak dibawah air, hal itu terjadi karena adanya 2 atau lebih perbedaan ukuran yang melingkupi permukaan daun, sehingga air tidak menempel pada permukaan daun dan dengan mudah menggelinding. Sudut kontak yang terbentuk mencapai 160° (Ferarri dan Benedetti, 2015).



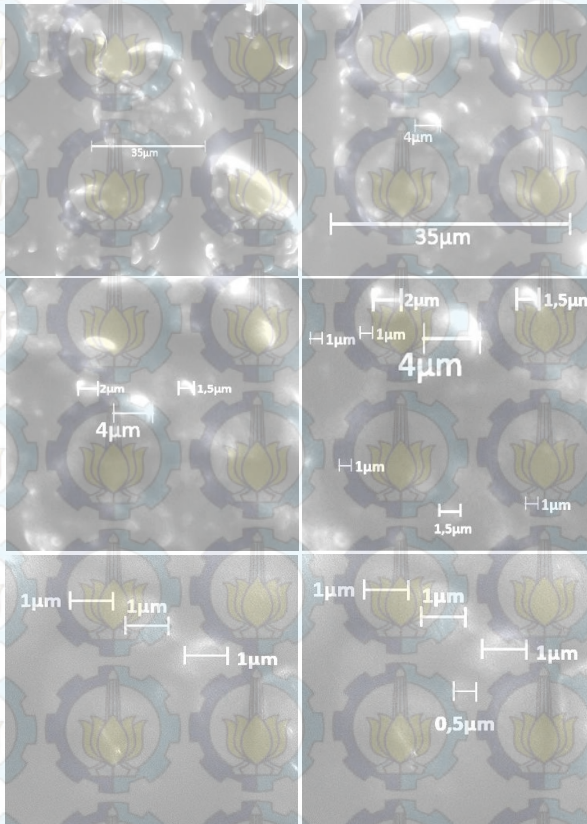
Gambar 4.17 Struktur permukaan daun lotus (Adel M.A, 2014)

Karena informasi tersebut, hasil SEM pada lapisan *hydrophobic* pada penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan teori lotus, dimana partikel mikro silika dilingkupi oleh partikel silika dengan ukuran yang lebih kecil (nano silika). Nano silika tersebut berasal dari TEOS dan PDMS. Pada Gambar 4.18 dan 4.19 dapat dijelaskan bahwa masing-masing lapisan komposit dengan jenis *filler* yang berbeda membentuk struktur hirarki permukaan. Cara mengukur struktur tersebut adalah dengan cara mengambil citra SEM dengan perbesaran tertentu sehingga dapat dilihat dengan jelas satu partikelnya. Kemudian dengan skala yang

terletak pada citra SEM diukur setiap partikel yang terlihat, lalu diperbesar lagi untuk mendapatkan partikel yang lebih kecil.

Pada citra SEM lapisan PDMS/SC dapat dilihat pada Gambar 4.18 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 $0.5\mu\text{m}$.

Dari klasifikasi masing-masing komposit dengan jenis *filler* yang berbeda, dapat dijelaskan bahwa untuk lapisan PDMS/SC ukuran partikel terkecil yang dapat diukur adalah $0.5\mu\text{m}$, sedangkan pada lapisan PDMS/SA ukuran terkecil partikel yang dapat diukur adalah 75 nm. Hal ini dapat dikaitkan dengan terbentuknya WCA. WCA terkecil dimiliki oleh lapisan PDMS/SC dengan struktur hirarki permukaan terkecil sebesar $0.5\mu\text{m}$ dengan ukuran terbanyak rata-rata $1\mu\text{m}$. Namun ukuran $0.5\mu\text{m}$ tersebut dapat terbilang besar jika dibandingkan dengan ukuran partikel terkecil yang dimiliki oleh lapisan PDMS/SA. Sehingga kontak air dengan partikel akan lebih luas, mengakibatkan WCA yang terbentuk menjadi paling kecil jika dibanding lapisan dengan jenis *filler* yang berbeda. 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.

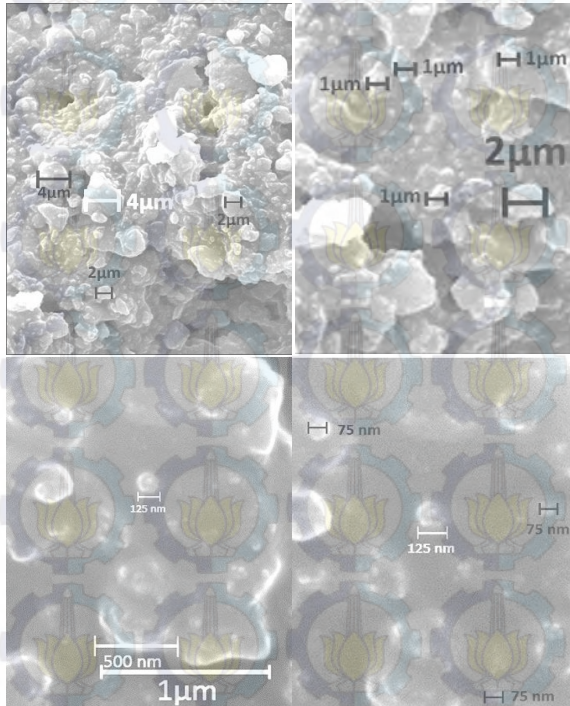


Gambar 4.18 Citra SEM struktur hirarki permukaan PDMS/SC

Pada citra SEM lapisan PDMS/SA dapat dilihat pada Gambar 4.19, 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 500 nm dan 125 nm. Selanjutnya dilakukan perbesaran manual 2 kali didapatkan ukuran partikel 75 nm.

Pada lapisan PDMS/SA memiliki struktur hirarki permukaan terkecil adalah 75 nm. Sehingga kontak air dengan partikel juga

kecil. Pada citra SEM PDMS/SA ini memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibanding dengan PDMS/SC. Dapat dilihat pada berbesaran yang sama yaitu 2.500 kali, PDMS/SC memiliki ukuran partikel $35\mu\text{m}$, sedangkan pada PDMS/SA memiliki ukuran partikel rata-rata $4\mu\text{m}$ – $1\mu\text{m}$. Karena karakteristik tersebut, PDMS/SA dapat membentuk WCA terbesar dari jenis *filler* yang lain. Fenomena yang dialami oleh lapisan PDMS/SA menyerupai dengan teori Cassie-Baxter, saat air ditetaskan pada permukaan akan mengenai partikel berukuran 75 nm sehingga ada udara yang terjebak di bawah yang menyebabkan WCA yang terbentuk adalah paling besar.



Gambar 4.19 Citra SEM struktur hirarki permukaan PDMS/SA



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 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 kopresipitasi, 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 cristobalite (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° tertinggi kedua yaitu lapisan komposit PDMS/SQ dengan WCA 142.41° kemudian yang terendah yaitu lapisan komposit PDMS/SC 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 0,5µm, 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.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan penelitian, maka diperlukan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu selain untuk mendapatkan sifat *hydrophobic* melalui sudut kontak dengan air, juga menganalisa mengenai sifat *self-cleaning* dengan uji *sliding angle*.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Arkles, 1987. *Infrared Analysis Of Organosilicon Compounds: Spectra Structur Correlation*. Laboratorium For Material. Burnt Hills, New York.
- 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.
- Gusrita, Dahlia, dkk. 2014. *Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat Hydrophobic dari Berbagai Macam Daun*. Pillar Of Physics Vol 1. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Hartining, Tri. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pasir Silika Sebagai Pengisi Bahan Komposit Anti Korosi*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.
- Iriansyah, AS. 2011. *Kajian Aplikasi Pasir Kuarsa Sebagai Campuran Lapis Pondasi Pasir Aspal Emulsi*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- 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.

- 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.
- Knausgård, Kjetil. 2012. *Superhydrophobic Anti-Ice Nanocoatings*. Norwegia: Norwegian University of Science and Technology.
- 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.
- Lathe, Sanjay Subhash, dkk. 2012. *Recent Progress in Prerparation of Superhydrophobic Surface: A Review*. Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. India: Shivaji University.
- 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.
- Oweini, Rami-Al, 2009. *Synthesis and Characterization by FTIR Spectroscopy of Silica Aerogels Prepared Using Several Si(OR)₄ and R''Si(OR')₃ Precusors*. Journal of molecular structure. Lebanon: American University of Beirut, Departement of Chemistry.
- Rizka, Anggriz Bani, 2014. *Pengaruh Temperatur Kalsinasi dan Waktu Penahanan Terhadap Pertumbuhan Nanosilika*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika.

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.

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.

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.



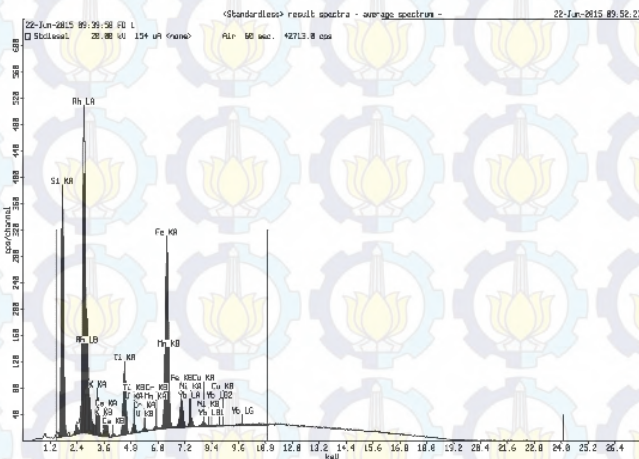
LAMPIRAN A

Hasil Pengujian *X-ray Fluorescence (XRF)*

A. Pasir Silika Awal

Compound	Si	K	Ca	Ti	V	Cr
Conc	83.3 +/- 0.2	4.41 +/- 0.03	1.93 +/- 0.03	3.71 +/- 0.03	0.067 +/- 0.051	0.16 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%	%	%

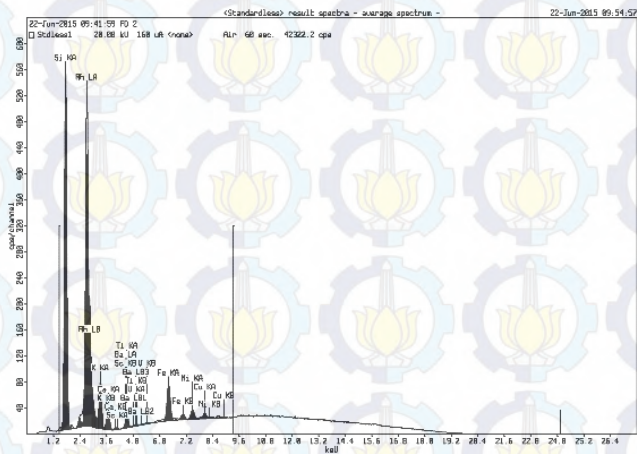
Compound	Mn	Fe	Ni	Cu	Yb
Conc	0.11 +/- 0.01	5.86 +/- 0.19	0.26 +/- 0.01	0.15 +/- 0.0100	0.05 +/- 0.06
Unit	%	%	%	%	%



B. Pasir Silika Setelah Separasi

Compound	Si	K	Ca	Sc	Ti	V
Conc	92.3 +/- 0.3	4.82 +/- 0.28	1.1 +/- 0.01	0.004 +/- 0.004	0.66 +/- 0.01	0.01 +/- 0.004
Unit	%	%	%	%	%	%

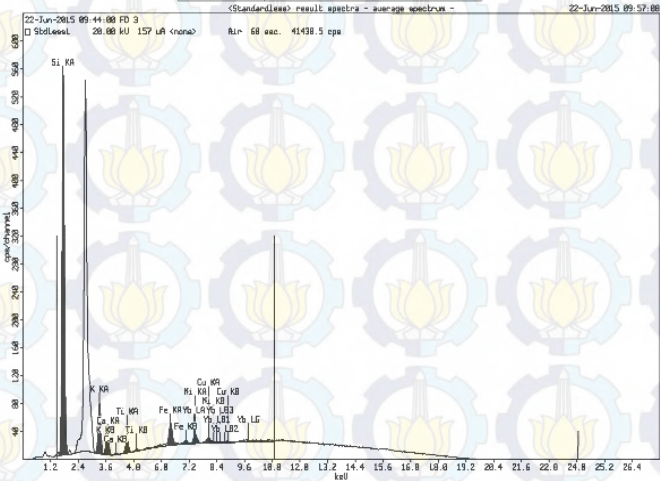
Compound	Fe	Ni	Cu	Ba
Conc	0.838 +/- 0.013	0.18 +/- 0.004	0.11 +/- 0.006	0.0 +/- 0.02
Unit	%	%	%	%



C. Pasir Silika Setelah Leaching

Compound	Si	K	Ca	Ti	Fe	Ni
Conc	92.4 +/- 0.1	5.20 +/- 0.03	0.91 +/- 0.02	0.65 +/- 0.02	0.50 +/- 0.01	0.17 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%	%	%

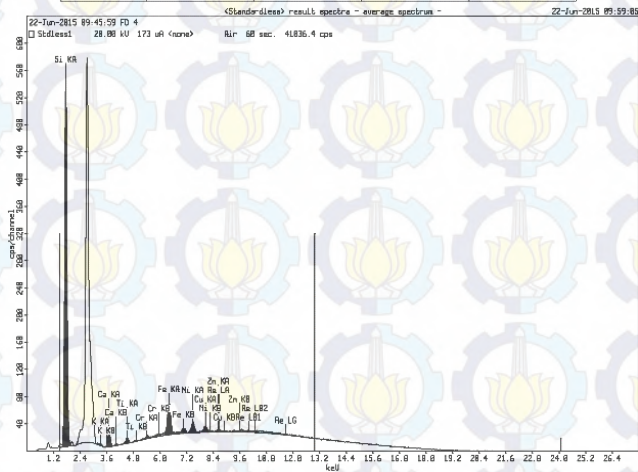
Compound	Cu	Yb
Conc	0.11 +/- 0.0096	0.1 +/- 0.0007
Unit	%	%



D. Pasir Silika Setelah Kopesipitasi

Compound	Si	K	Ca	Ti	Cr	Fe
Conc	96.9 +/- 0.04	0.21 +/- 0.01	1.2 +/- 0.02	0.28 +/- 0.001	0.096 +/- 0.007	0.759 +/- 0.006
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Ni	Cu	Zn	Re
Conc	0.21 +/- 0.002	0.13 +/- 0.006	0.00 +/- 0.004	0.28 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%



LAMPIRAN B

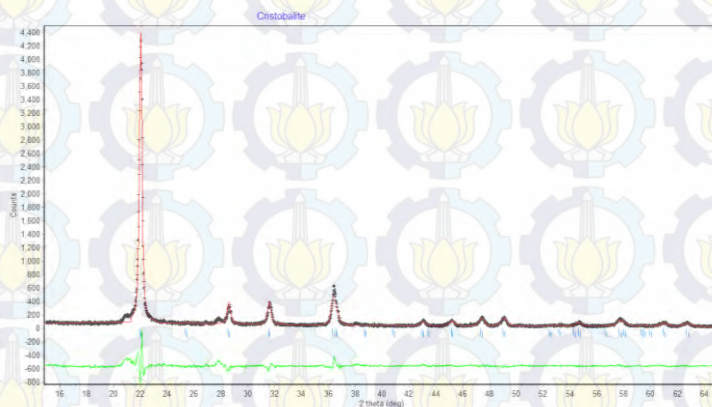
Data COD dan Penghalusan Rietica

A. Data COD (*low cristobalite*)

Zeitschrift fuer Kristallographie, Kristallgeometrie,
Kristallphysik,
Kristallchemie (-144,1977)

```
;
_journal_page_first      82
_journal_page_last      88
_journal_volume          92
_journal_year            1935
_chemical_compound_source 'from Eschwege, Germany'
_chemical_formula_structural 'Si O2'
_chemical_formula_sum     'O2 Si'
_chemical_name_mineral    'Cristobalite low'
_chemical_name_systematic 'Silicon oxide'
_space_group_IT_number    92
_symmetry_cell_setting    tetragonal
_symmetry_Int_Tables_number 92
_symmetry_space_group_name_Hall 'P 4abw 2nw'
_symmetry_space_group_name_H-M 'P 41 21 2'
_cell_angle_alpha        90
_cell_angle_beta         90
_cell_angle_gamma        90
_cell_formula_units_Z     4
_cell_length_a            4.964(5)
_cell_length_b            4.964(5)
_cell_length_c            6.920(5)
_cell_volume              170.5
_exptl_crystal_density_meas 2.33
_cod_database_code        1010938
Si1 Si4+ 4 a 0.300(5) 0.300(5) 0. 1. 0 d
O1 O2- 8 b 0.245(5) 0.10(1) 0.175(5) 1. 0 d
```


B. Hasil Rietica



Phase: 1

PHASE SCALE FACTOR = 0.177198E-02 0.173677E-08 0.104348E-04

OVERALL TEMP. FACTOR = 0.000000 0.000000 0.000000

CELL PARAMETERS = 4.910160 -0.000002 0.000662
4.910160 -0.000002 0.000662

6.858289 0.000007 0.001360

90.000008 0.000000 0.000000

90.000008 0.000000 0.000000

90.000008 0.000000 0.000000

RECIPROCAL CELL = 0.204 0.204 0.146 90.000 90.000
90.000

CELL VOLUME = 165.351059 0.045494

SCALE * VOLUME = 0.292999 0.001727

MOLECULAR WEIGHT = 240.360

DENSITY = 2.413

ABSOLUTE PHASE VALUES:

INC = NEUTRONS ON SAMPLE/CM² (in cm⁻²)

MASS = MASS OF PHASE IN BEAM (in g)

ls/R = RATIO OF DETECTOR HEIGHT TO SAMPLE-

DETECTOR

Then:

INC*MASS*ls/R = 47261.3

```

+-----+
|                               |
|                               | Histogram: 1 |
|                               |
+-----+
SCALE FACTOR= 1.0000      0.00000  0.00000
ZEROPOINT=    0.02300    0.00000  0.00000

SAMPLE DISPLACEMENT=      0.49807   0.00007   0.00680

BACKGROUND PARAMETER B 0= 928.488  1.09822  45.6212
BACKGROUND PARAMETER B 1=-35.5968 -0.477415E-01
1.98904
BACKGROUND PARAMETER B 2= 0.567124 0.856376E-03
0.362687E-01
BACKGROUND PARAMETER B 3=-0.321449E-02 -0.541748E-05
0.235245E-03
BACKGROUND PARAMETER B 5=-6606.76 -8.68579  365.118
PREFERRED ORIENTATION= 1.00000  0.00000  0.00000
ABSORPTION R = 0.00000  0.00000  0.00000
ASYMMETRY PARAMETERS= 0.02000  0.00000  0.0000
                        0.0  00000  0.00000
HALFWIDTH PARAMETERSU= 0.888525  0.001016  0.031626
                        V=-0.005000  0.000000  0.000000
                        W= 0.020000  0.000000  0.000000
ANISOTROPIC GAUSSIAN BROADENING =0.000000 0.000000
0.000000
PEAK SHAPE PARAMETER Gam0= 0.735154 -0.000309
0.016938
PEAK SHAPE PARAMETER Gam1= 0.000000 0.000000
0.000000
PEAK SHAPE PARAMETER Gam2= 0.000000 0.000000
0.000000
EXTINCTION PARAMETER= 0.000000 0.000000 0.000000
| 0.3819E+05| 0.2943E+06| 0.2855E+06| 0.2943E+06|
0.2993E+01| 0.5374E+17 |
+-----+
| Hist| Rp |Rwp| Rexp |Durbin Unwght|Durbin Wght|N-P|
+-----+
| 1| 12.98 | 17.27| 9.98| 0.327 | 0.713|2931|
+-----+
|SUMYDIF|SUMYOBS|SUMYCALC|SUMWYOBSSQ|GOF|NDITION |
+-----+
| 0.38E+05| 0.29E+06|0.25E+06|0.29E+06|0.29E+01|0.53E+17|
+-----+

```

LAMPIRAN C

Hasil Pengujian Ukuran Partikel dengan PSA

A. Hasil Pengujian PSA Pasir Silika Sebelum Dilakukan Purifikasi

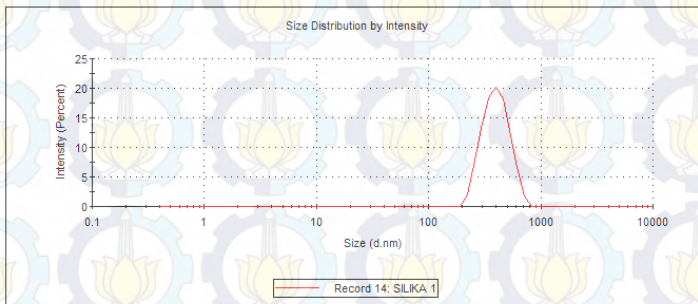
Z-Average (d.nm): 426.1

Pdl: 0.338

Intercept: 0.906

Result quality : Good

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Peak 1:	408.3	100.0	108.1
Peak 2:	0.000	0.0	0.000
Peak 3:	0.000	0.0	0.000



B. Hasil Pengujian PSA Pasir Silika Setelah Milling

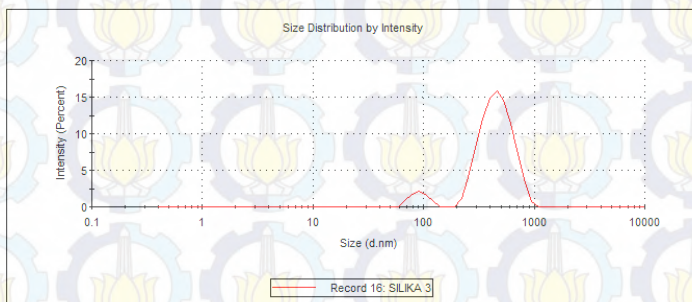
Z-Average (d.nm): 414.7

Pdl: 0.281

Intercept: 0.915

Result quality : Good

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Peak 1:	475.2	93.1	150.3
Peak 2:	92.19	6.9	16.23
Peak 3:	0.000	0.0	0.000



C. Hasil Pengujian PSA Serbuk Silika Setelah *Leaching*
(Silika *Quartz*)

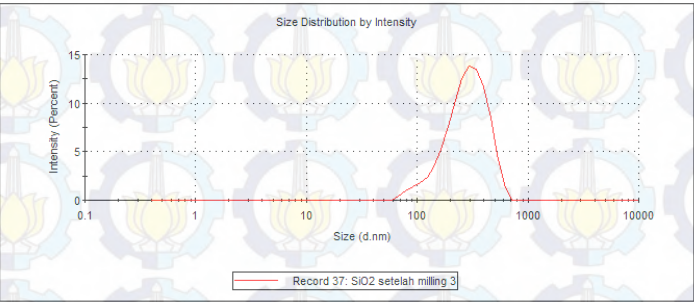
Z-Average (d.nm): 322.5

Pd: 0.425

Intercept: 0.895

Result quality : Good

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Peak 1:	296.9	100.0	118.3
Peak 2:	0.000	0.0	0.000
Peak 3:	0.000	0.0	0.000



D. Hasil Pengujian PSA Serbuk Silika Setelah Kopresipitasi
(Silika *Amorphous*)

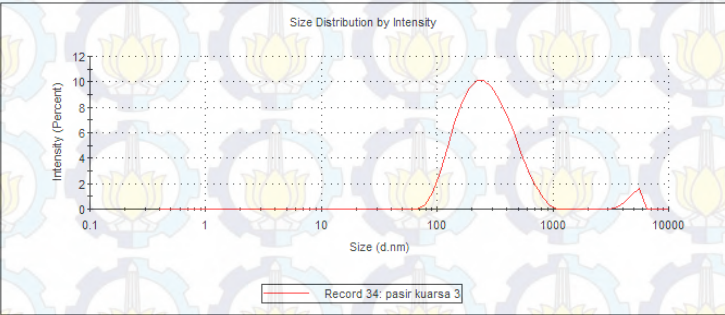
Z-Average (d.nm): 247.9

Pd: 0.308

Intercept: 0.927

Result quality : Good

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Peak 1:	289.7	96.6	153.1
Peak 2:	5011	3.4	604.8
Peak 3:	0.000	0.0	0.000



E. Hasil Pengujian PSA Serbuk Silika *Cristobalite*

Z-Average (d.nm): 255.0

Pdl: 0.244

Intercept: 0.936

Result quality : Good

Size (d.nm):

Peak 1: 287.3

Peak 2: 5365

Peak 3: 0.000

% Intensity:

98.8

1.2

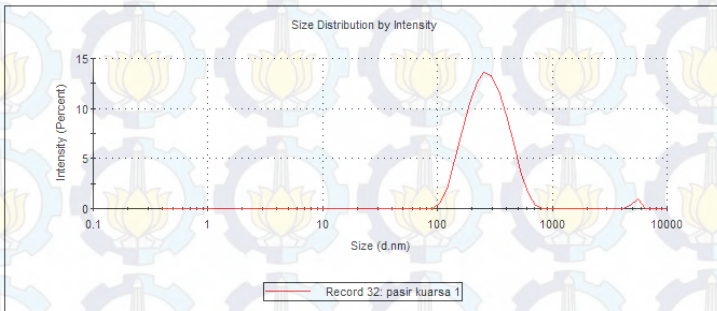
0.0

St Dev (d.nm):

113.0

331.2

0.000





“Halaman Ini Sengaja Dikосongkan”

BIODATA PENULIS



Finanti Rahayu (Fifi) lahir di Surabaya, 25 Februari 1993, putri pertama dari dua bersaudara dari pasangan Yori Yosep Rudyono (49) dan Yuli Wahyu Rini (45). Penulis menempuh pendidikan formal di TK Panji Putra Surabaya (1997-1999), SD Negeri Panjang Jiwo I/265 Surabaya (1999-2005), SMP Negeri 39 Surabaya (2005-2008), SMA Negeri 20 Surabaya (2008-2011), hingga Perguruan Tinggi Negeri S-1 Jurusan Fisika ITS angkatan 2011

melalui jalur undangan. Selama menjalani perkuliahan, penulis pun aktif dalam bidang organisasi mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Fisika ITS (Himasika ITS) dengan menjadi Staf Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) Periode 2012-2013. Selain itu, penulis juga menjadi Asisten Fisika Dasar 2 Semester Genap Tahun Ajaran 2014-2015. Selain kegiatan di lingkup kampus, penulis juga aktif dalam kegiatan di luar kampus, yaitu sebagai surveyor PT. MPM Surabaya periode 2012-2014. Dengan adanya laporan Tugas Akhir ini, penulis berharap akan adanya pengembangan penelitian material *hydrophobic* lebih lanjut sehingga pengaplikasian material ini terhadap kaca alat transportasi dapat diwujudkan. Untuk keterangan lebih jelas mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui **e-mail : finanti.fr@gmail.com**