



TUGAS AKHIR - SF 184801

**PEMBENTUKAN STRUKTUR HIRARKI PADA
PARTIKEL SILIKA BERBASIS VARIASI
KONSENTRASI PASIR ALAM DAN TEOS
(*TETRAETHYL ORTHOSILICATE*) SEBAGAI
PELAPIS HIDROFOBİK**

**BEATRIC CRECO NADYA
NRP 01111540000103**

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

**Departemen Fisika
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**



TUGAS AKHIR - SF 184801

**PEMBENTUKAN STRUKTUR HIRARKI PADA
PARTIKEL SILIKA BERBASIS VARIASI
KONSENTRASI PASIR ALAM DAN TEOS
(*TETRAETHYL ORTHOSILICATE*) SEBAGAI
PELAPIS HIDROFOBİK**

**BEATRIC CRECO NADYA
NRP 0111154000103**

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

**Departemen Fisika
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - SF 184801

**ESTABLISHMENT OF HIRARKI STRUCTURE
IN SILICA PARTICLES BASED ON VARIATION
OF NATURAL SAND AND TEOS
(TETRAETHYL ORTHOSILICATE)
CONCENTRATION AS HYDROPHOBIC
COATING**

**BEATRIC CRECO NADYA
NRP 01111540000103**

**Supervisor
Dr. M. Zainuri, M.Si**

**Physics Department
Faculty of Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBENTUKAN STRUKTUR HIRARKI PADA
PARTIKEL SILIKA BERBASIS VARIASI
KONSENTRASI PASIR ALAM DAN TEOS
(*TETRAETHYL ORTHOSILICATE*) SEBAGAI PELAPIS
HIDROFOBIK**

TUGAS AKHIR

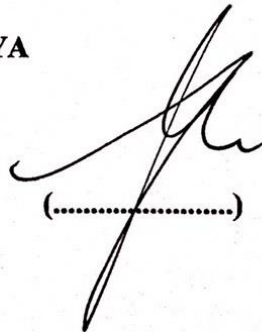
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Studi Material
Program Studi S-1 Departemen Fisika
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BEATRIC CRECO NADYA
NRP. 01111540000103

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Dr. M. Zainuri, M.Si
(NIP. 19640130 199002.1.001)



(.....)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMBENTUKAN STRUKTUR HIRARKI PADA
PARTIKEL SILIKA BERBASIS VARIASI KONSENTRASI
PASIR ALAM DAN TEOS (TETRAETHYL
ORTHOSILICATE) SEBAGAI PELAPIS HIDROFOBİK**

Nama : Beatric Creco Nadya
NRP : 01111540000103
Jurusan : Fisika, FSAINS – ITS
Pembimbing : Dr. M. Zainuri, M.Si

Abstrak

Penelitian yang berjudul pembentukan struktur hirarki pada partikel silika berbasis variasi konsentrasi pasir alam dan TEOS (Tetraethyl Orthosilicate) yang bertujuan untuk membentuk struktur hirarki pada partikel silika berbasis pasir alam dan TEOS, mengetahui morfologi permukaan hidrofobik pelapisan silika terhadap substrat kaca dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi partikel silika terhadap transparansi dan sudut kebasahan (hidrofobitas). Fase silika yang didapatkan adalah quartz dan cristobalite. Adanya struktur hirarki pada partikel silika berbasis pasir alam dan TEOS yang membentuk kerucut atau piramida dimana orde partikel yang terbentuk sekitar 5 μm dan kekasaran permukaan dengan diameter 0,1 μm . Terbentuknya morfologi permukaan yang memiliki luas permukaan spesifik tertinggi pada konsentrasi pelapisan yang tinggi pada sampel B4 berdasarkan pengamatan kualitatif dengan pengujian AFM dan transparansi pelapisan hidropobik yang cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi partikel pada sampel B1 dan B2, nilai transparansi tertinggi diperoleh pada sampel B1 dengan sudut kebasahan pelapisan pada konsentrasi partikel tertinggi yaitu sampel B4 dengan sudut kontak sebesar 70°.

Kata kunci: fasa, hidrofobik, pasir silika, struktur hirarki, sudut kebasahan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ESTABLISHMENT OF HIRARKI STRUCTURE
IN SILICA PARTICLES BASED ON
VARIATION OF NATURAL SAND AND TEOS
(TETRAETHYL ORTHOSILICATE)
CONCENTRATION AS HYDROPHOBIC
COATING**

Name : Beatric Creco Nadya
NRP : 01111540000103
Major : Physics, FSAINS – ITS
Advisor : Dr. M. Zainuri, M.Si

Abstract

The research entitled the formation of a hierarchical structure on silica particles based on variations in the concentration of natural sand and TEOS (Tetraethyl Orthosilicate) which aims to form a hierarchical structure on natural sand-based silica particles and TEOS, knowing the hydrophobic surface morphology of silica coating on glass substrates and to determine the effect of particle concentration silica against transparency and wetness (hydrophobicity). The silica phase obtained is quartz and cristobalite. There is a hierarchical structure in natural sand-based silica particles and TEOS that form cones or pyramids where the order of particles formed is about 5 μm and surface roughness with a diameter of 0.1 μm . The formation of surface morphology which has the highest specific surface area at high coating concentrations in sample B4 based on qualitative observations with AFM testing and transparency of hydrophobic coating which tends to decrease with increasing particle concentration in samples B1 and B2, the highest transparency value obtained in sample B1 with wetness angle coating at the highest particle concentration is the B4 sample with a contact angle of 70°.

Keywords: *phase, hydrophobic, silica sand, hierarchical structure, wetness angle.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, rahmat dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pembentukan Struktur Hirarki pada Partikel Silika Berbasis Variasi Konsentrasi Pasir Alam dan TEOS (*Tetraethyl Orthosilicate*) sebagai Pelapis Hidrofobik”**. Tugas Akhir (TA) ini penulis susun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Departemen Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyadari bahwa penelitian dan penyusunan laporan ini tidak mungkin terlaksana dengan baik tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, diantaranya:

1. Kedua orang tua yaitu Ir Basa Hasahatan S dan Francisca Melita serta Frederick Adam Ruben dan Bernice Caelyn Neriah selaku adik-adik saya yang telah memberikan dukungan baik moril, materiil serta doa sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Dr. M. Zainuri, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia memberikan ilmu, bimbingan, serta saran yang membangun selama penelitian dan penyelesaian Tugas Akhir.
3. Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng., selaku Kepala Departemen Fisika FSAINS-ITS.
4. Dr. Mashuri, S.Si., M.Si selaku Dosen Wali,.
5. Dini Putri Widayati dan Savira Arsah Putri selaku *partner* Tugas Akhir saya yang setia membantu dan mendukung dari Kerja Praktek, awal penelitian sampai terselesaikan Tugas Akhir dalam suka dan duka.
6. Gina Fachniar yang juga membantu dan menyemangati selaku teman kosan dan sahabat sejak mahasiswa baru sampai sekarang.

7. Daniel Pardomuan Silaen yang senantiasa membantu, mendukung, memberikan semangat serta motivasi dan mendoakan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
8. Keluarga besar penulis diantara lain keluarga Aju Lia, Aju Ade dan Aju Ika yang menyemangati dan mendoakan penulis.
9. Natalina Geovani selaku adik angkat penulis semasa dari SMA yang setiap harinya menyemangati dan mengingatkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Hafsyah Iswari dan Yoviedha Bella yang selalu menyemangati.
11. Yuliani P, Juniar Teges dan Sukma Maulana yang kerap membantu selalu pada saat penelitian dan pengolahan data pada Tugas Akhir.
12. Tim Tugas Akhir Pak Zainuri yaitu Dimas Ayu, Puri O, Pelangi A, Fairuzal K dan Ulan Sari.
13. Kevin Pradhana, Erlinna Fransiska, Jerico Makmun, Valdy Layantara dan Diamond yang lain sebagai teman dekat dari semasa SMA yang menyemangati penulis.
14. Malik Anjelh B., Ph.D dan Linda Silvia, M,Si. Selaku dosen penguji penulis.
15. Bapak/Ibu dosen dan karyawan Departemen Fisika ITS yang telah memberikan ilmu dan membantu selama kuliah.
16. Teman-teman Positron yang lain yang telah memberikan dukungan serta motivasi untuk bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
17. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat, baik bagi diri penulis sendiri, maupun bagi pengembangan dan pengayaan materi di keilmuan material. Penulis juga menerima kritik dan saran yang membangun

untuk penulisan karya yang lebih baik kedepannya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
Abstrak.....	vii
<i>Abstract</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Hidrofobik.....	5
2.2 Silika.....	6
2.3 Sudut Kontak	7
2.3.1 Teori <i>Young</i>	8
2.3.2 Teori <i>Wenzel</i>	9

2.3.3 Teori <i>Cassie&Baxter</i>	9
2.4 <i>Tetraethylorthosilicate</i>	11
2.5 Metode Sol-Gel.....	11
2.6 HMDS (<i>Hexamethyldisilazane</i>)	12
BAB III	15
METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Peralatan dan Bahan.....	15
BAB IV	25
HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Analisa Karakterisasi Pasir Silika dan TEOS	25
4.2 Analisa Morfologi Pasir Silika dan TEOS.....	28
4.3 Analisa Pelapisan Pasir Silika dan TEOS	32
KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN A.....	45
LAMPIRAN B	46
BIODATA PENULIS.....	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tetes air pada permukaan hidrofobik rumput (Akhavan,2013).....	5
Gambar 2.2	Permukaan daun lotus dalam skala mikro dan nano (Quere D,2008).....	6
Gambar 2.3	Sudut kontak pada permukaan <i>hydrophobic</i> dan <i>hydrophilic</i> (a) Sudut kontak antara $<90^{\circ}$ - 150° (b) Sudut kontak $>150^{\circ}$ (c) Sudut kontak $<90^{\circ}$ (d) Sudut kontak $<10^{\circ}$ (Karthick, 2008)	8
Gambar 2.4	Perilaku membasahi tetesan cairan pada permukaan padat kasar: (a) Mode Young (b) Mode Wenzel (c) Mode Cassie&Baxter.....	8
Gambar 2.5	Metode Sol-Gel	12
Gambar 2.6	Bis (<i>trimethylsilyl</i>) anime	12
Gambar 3.1	<i>X-ray Diffractometer</i>	18
Gambar 3.2	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	19
Gambar 3.3	Prinsip Kerja SEM.....	19
Gambar 3.4	<i>Particle Size Analyzer</i>	20
Gambar 3.5	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>	21
Gambar 3.6	<i>UV-Vis</i>	22
Gambar 3.7	Kamera DSLR Canon EOS 600d.....	22
Gambar 3.8	Diagram Alir Sintesis Pasir Silika	23
Gambar 3.9	Diagram Alir Sintesis TEOS dan Pasir Silika.....	24
Gambar 4.1	Pola XRD Pasir Silika Sebelum dan Setelah Kalsinasi.....	25
Gambar 4.2	Pola XRD pada TEOS (<i>Tetraetoxysilane</i>)	26
Gambar 4.3	Hasil FTIR Pasir Silika dan Teos	27
Gambar 4.4	Distribusi Ukuran Partikel Pasir Silika	30
Gambar 4.5	Distribusi Ukuran Partikel Perbesaran (a) 15000x dan (b) 2500x dengan menggunakan SEM	31
Gambar 4.6	Hasil Transmittansi <i>UV-Vis</i> Sampel B1 dan B2.....	32
Gambar 4.7	Hasil Transmittansi <i>UV-Vis</i> Sampel B3 dan B4.....	33
Gambar 4.8	<i>Topography Forward</i> sampel B2.....	35
Gambar 4.9	<i>Topography Forward</i> sampel B4.....	35

Gambar 4.10	Besar WCA yang tidak terlapisi sampel	37
Gambar 4.11	Besar WCA pada sampel (a) B1, (b) B2, (c) B3 dan (d) B4	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Energi Gelombang Spektrum Inframerah Referensi	.28
Tabel 4.2 Nilai Distribusi Rata-rata Ukuran Partikel Pengujian PSA	29

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Penghalusan dengan Rietveld menggunakan <i>Software Rietica</i>	45
Lampiran B	Data Grafik PSA.....	46
Lampiran C	Data SEM.....	48
Lampiran D	Data AFM.....	50

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Struktur kecil biologis telah diamati pada banyak jenis permukaan seperti daun teratai, daun padi, sayap kupu-kupu, mata nyamuk, mata ngengat, sayap jangkrik, kelopak mawar merah, kaki tokek, kumbang gurun, laba-laba sutera, dan sisik ikan yang menunjukkan sangat baik hidrofobik dan / atau superhidrofobitas. Struktur alami semacam itu menawarkan wawasan baru ke dalam desain struktur *superhydrophobic* buatan. Permukaan *superhydrophobic* adalah permukaan di mana setetes air membentuk bola yang hampir sempurna dan bahkan memiringkan sangat sedikit sudah cukup untuk menyebabkan tetesan air menggelinding. Selain sudut kontak air yang tinggi dan sudut geser yang rendah, kemampuan permukaan untuk memantulkan tetesan air merupakan properti ketiga dari permukaan superhidrofobik yang penting untuk aplikasi biologi dan aplikasi teknik. Permukaan ini sangat menarik, karena sifat-sifat seperti anti-lengket, anti-kontaminasi dan pembersihan sendiri sangat diharapkan (M.Nosovoky.2009).

Baru-baru ini, sebuah karya penelitian telah dikhususkan untuk persiapan dan pemodelan teoritis permukaan superhidrofobik seperti yang diamati oleh sejumlah besar publikasi dan beragam pendekatan. Banyak strategi untuk membuat permukaan *superhydrophobic* telah dikedepankan. Banyak teknik persiapan sederhana, murah namun, beberapa di antaranya melibatkan prosedur multi-langkah dan kondisi yang keras, atau membutuhkan pereaksi dan peralatan khusus. Sifat hidrofobitas ini dapat ditentukan dari besarnya sudut kontak antara air dengan permukaan. Apabila sudut kontak lebih dari 90° maka permukaan material tersebut dikatakan hidrofobik, dan apabila sudut kontak lebih dari 150° maka permukaan material tersebut disebut sebagai superhidrofobik (Mahltig et al., 2005).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Adhita (2016) pembuatan lapisan *hydrofobic* menggunakan pasir silika yang dikombinasikan dengan PDMS dengan pelapisan menggunakan metode spray gun menghasilkan sudut kontak tertinggi sebesar 126.4° yang mengindikasikan bahwa lapisan tersebut *hydrofobic*. Selain itu, menurut Rahayu (2016) fasa pasir silika yang digunakan pada lapisan hidrofobik dengan fasa *amorphous* memiliki sifat hidrofobitas yang lebih tinggi yaitu dengan sudut kontak $148,24^\circ$ daripada fasa yang lain yang hanya menghasilkan sudut kontak $122,07^\circ$ pada fasa *Cristobalite* dan $142,41^\circ$ pada fasa *Quartz*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan modifikasi pembuatan lapisan hidropobik dengan menggunakan pasir silika berbasis pada bahan alam dan TEOS dengan metode pembuatan silika orde nano dengan proses *sol-gel*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pembentukan struktur hirarki dengan menggunakan bahan silika pasir alam yang dilapisi dengan silika berbasis TEOS?
2. Bagaimana morfologi permukaan hidrofobik pelapisan silika berbasis pasir alam dan dikombinasikan dengan silika berbasis prekursor TEOS terhadap substrat kaca?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi partikel silika terhadap transparansi dan sudut kebasahan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah pasir silika yang berasal dari Bangka Belitung dan juga TEOS (*Tetraethyl Orthosilicate*) (Merck).
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *sol-gel* dan metode kopresipitasi.

3. Bahan pengikatnya adalah hidroksilapatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ dan bahan lainnya adalah substrat kaca.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membentuk struktur hirarki pada partikel silika berbasis pasir alam dan TEOS (*Tetraethyl Orthosilicate*)
2. Mengetahui morfologi permukaan hidrofobik pelapisan silika terhadap substrat kaca
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi partikel silika terhadap transparansi dan sudut kebasahan (hidrofobitas)

1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara ilmiah terkait dengan sifat kehidrofobikan bahan silika berbasis bahan alam dan TEOS (*Tetraethyl Orthosilicate*) pada substrat kaca agar dapat diterapkan pada teknologi yang terkait dengan sifat kehidrofobikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan beberapa teori penunjang yang digunakan untuk mencapai tujuan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi diagram alir penelitian, alat dan bahan, langkah kerja penelitian.

BAB I V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan data yang diperoleh dari percobaan atau pengujian yang dilakukan, serta analisa tentang hasil-hasil yang telah diperoleh selama penelitian dilakukan, dan pembahasan mengenai hubungan hasil penelitian dengan simulasi yang dilakujan, dan berbagai analisa penunjang lain yang diperlukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil analisis data dan pembahasan serta saran-saran yang digunakan untuk mendukung penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Berisi data-data yang digunakan dalam penelitian beserta beberapa gambar yang menunjang penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrofobik

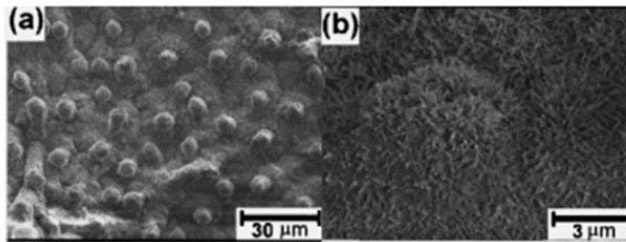
Dalam kimia, hidrofobisitas adalah sifat fisik dari suatu molekul (disebut sebagai molekul hidrofobik) yang tampaknya ditolak dari massa air. (Sebenarnya, tidak ada kekuatan tolakan yang terlibat, hal ini disebabkan karena tidak adanya daya tarik). Molekul hidrofobik cenderung nonpolar dan, dengan demikian, lebih memilih molekul netral dan pelarut nonpolar lainnya. Karena molekul air bersifat polar, hidrofobik tidak larut baik di antara mereka. Molekul hidrofobik dalam air sering berkumpul bersama, membentuk misel. Air pada permukaan hidrofobik akan menunjukkan sudut kontak yang tinggi (Akhavan.2013).



Gambar 2.1 Tetesan air pada permukaan hidrofobik rumput (Akhavan.2013)

Suatu permukaan dapat dikatakan *hydrophobic* (anti air) jika permukaan tersebut tidak basah bila terkena air dan selalu terlihat bersih. Apabila ada kotoran yang menempel pada permukaan *hydrophobic* tersebut, maka kotoran tersebut akan lepas karena air yang mengalir pada permukaan dan mengangkat kotoran tersebut. Akan tetapi, apabila pada permukaan tersebut memiliki sifat kapilaritas yang tinggi, maka dapat dikatakan bahwa permukaan tersebut bersifat *hydrophilic* (suka air).

(Ensikat). Contohnya adalah pada penelitian biomimetic yang diteliti oleh para ilmuwan. Penelitian ini merupakan suatu pengembangan teknologi yang meniru cara kerja alam (Bhusan, 2009). Kita tahu bahwa daun lotus memiliki kemampuan hydrophobic dan hal itu menyebabkan air yang menetes di atas permukaannya akan menggelinding dengan sempurna sehingga permukaan daunnya akan selalu terlihat bersih.



Gambar 2.2 Permukaan Daun Lotus dalam Skala Mikro dan Nano (Quere D. 2008)

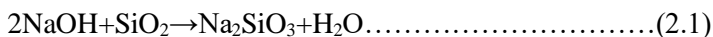
2.2 Silika

Silikon dioksida, juga dikenal sebagai silika (dari silex Latin) atau asam silikat, merupakan oksida silikon yang memiliki rumus kimia SiO_2 . Silika ini paling sering ditemukan di alam sebagai pasir atau kuarsa, serta dinding sel diatom. Silika diproduksi dalam beberapa bentuk termasuk leburan kuarsa, kristal, silica kesal (atau silica pyrogenic, merek dagang Aerosil atau Cab-O-Sil), silika koloid, gel silika, dan Aerogel (Iler.1979).

Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam, akan tetapi keberadaannya tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat dengan senyawa lain baik secara fisik maupun kimia (Hildayanti dkk, 2009). Silika yang disintesis dari pasir pantai secara fisik dapat dibedakan dari warna pasir tersebut. Misalnya adalah apabila pasir tersebut berwarna hitam pekat maka pasir tersebut memiliki kandungan material seperti besi oksida. Sedangkan pasir dengan warna putih memiliki kecenderungan kandungan material berupa kuarsa. Pasir yang

mengandung kuarsa (silika) cenderung berwarna putih bening atau warna lainnya bergantung kepada senyawa pengotornya serta memiliki kandungan yang dominan seperti silika dan beberapa pengotor lain seperti CaO, Fe₂O₃, TiO₂, K₂O. Silika memiliki beberapa bentuk kristal yang berbeda selain bentuk amorf. Tiga bentuk fasa kristal poliarmofi silika yang paling dominan adalah bentuk quartz, tridymite, dan cristobalite. Penyusunan atom pada silika amorf terjadi secara acak dan dengan derajat keteraturan yang rendah (Szostak, 1998).

Tiga bentuk fasa kristal poliarmofi silika yang paling dominan adalah bentuk quartz, tridymite, dan cristobalite. Penyusunan atom pada silika amorf terjadi secara acak dan dengan derajat keteraturan yang rendah (Szostak, 1998). Ada beberapa tahapan dalam proses ekstraksi silika dalam penelitian ini. Tahap pertama adalah proses preparasi natrium silikat (Na₂SiO₃) dari pasir yang mengandung silika dengan menggunakan NaOH. Selama proses ekstraksi, terjadi reaksi sebagai berikut ;



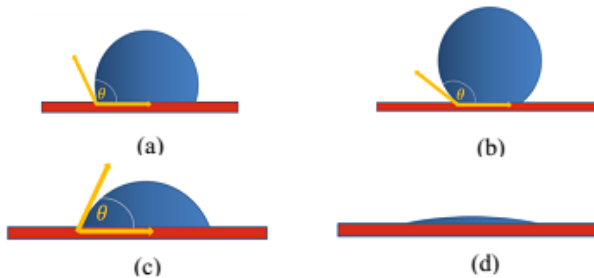
Kemudian natrium silikat dilarutkan dengan menambah air dan diaduk dengan menggunakan stirrer. Tahapan kedua adalah melakukan preparasi bubur silisit, Si(OH)₄. Pada tahapan ini, larutan natrium silikat direaksikan dengan asam HCl hingga terbentuk endapan. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut ;



(Mori, 2003)

2.3 Sudut Kontak

Sudut kontak adalah sudut yang terdapat antara permukaan bahan uji dengan air yang ditetaskan ke dalam bahan uji yang bersangkutan. Sudut kontak berhubungan dengan kemampuan permukaan benda untuk menyerap air (*hydrophilic* atau *hydrophobic*) (Ensikat, 2011).



Gambar 2.3 Sudut Kontak pada Permukaan *Hydrophobic* dan *Hydrophilic*. (a) Sudut kontak antara 90° - 150° . (b) Sudut kontak $>150^\circ$. (c) Sudut kontak $<90^\circ$. (d) Sudut kontak $<10^\circ$ (Karthick, 2008).

Berdasarkan ilustrasi di atas, permukaan *hydrophobic* memiliki sudut kontak antara 90° - 150° (Gambar 2a), sedangkan untuk permukaan yang sudut kontaknya lebih dari 150° disebut sebagai *superhydrophobic* (Gambar 2b). Untuk permukaan dengan sudut kontak antara 10° - 90° maka bersifat *hydrophilic* (Gambar 2c) sedangkan permukaan yang mempunyai sudut kontak kurang dari 10° disebut sebagai *superhydrophilic* (Gambar 2d) (Karthick, 2008).

2.3.1 Teori Young

Ketika setetes cair ditempatkan ke permukaan padat, itu yang disebut sudut kontak (θ). Persamaan Young untuk sudut kontak (θ) cair dapat diterapkan hanya pada permukaan yang rata dan tidak pada permukaan yang kasar. Sudut kontak cairan pada permukaan padat yang sangat halus dan homogen secara kimiawi diberikan oleh persamaan *Young*:

$$\cos\theta = (\gamma_{sv} - \gamma_{sl}) / \gamma_{lv} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana, γ_{sv} , γ_{sl} dan γ_{lv} adalah tegangan antarmuka dari padat-udara, padat-cair dan cair-udara. (Gambar 2.4a). Pembasahan permukaan yang kasar dan heterogen secara kimiawi

lebih kompleks. Pekerjaan paling awal tentang efek kekasaran permukaan pada sudut kontak dilakukan oleh Wenzel dan Cassie & Baxter (T Young.1805).

2.3.2 Teori Wenzel

Wenzel mengembangkan model dimana cairan tersebut dapat menembus sepenuhnya ke dalam alur atau lekuk yang kasar (Gambar 2.4b) dan sudut kontak pada permukaan kasar diberikan persamaan berikut:

$$\cos\theta_w = r(\gamma_{sv} - \gamma_{sl}) / \gamma_{lv} = r \cos\theta \quad (2.4)$$

Pada persamaan ini, θ_w adalah sudut kontak pada permukaan yang kasar, θ adalah sudut kontak Young pada permukaan yang halus dan r adalah factor kekasaran permukaan yang didefinisikan sebagai rasio antara area permukaan yang sebenarnya dan yang diperhitungkan ($r = 1$ untuk permukaan halus sempurna dan $r > 1$ untuk yang kasar). Persamaan Wenzel memprediksi bahwa tingginya kebasahan dikarenakan oleh kekasaran, dimana $\theta < 90^\circ$. Dan kebasahan yang rendah dikarenakan oleh kekasaran, dimana $\theta > 90^\circ$. Namun pada saat $\theta > 90^\circ$ dalam kondisi kasar, gelembung udara mungkin terperangkap dalam lekuk yang kasar. Dalam hal ini, tetesan air terletak pada permukaan komposit dan perilaku kebasahan dijelaskan oleh Cassie&Baxter (R N Wenzel.1936).

2.3.3 Teori Cassie&Baxter

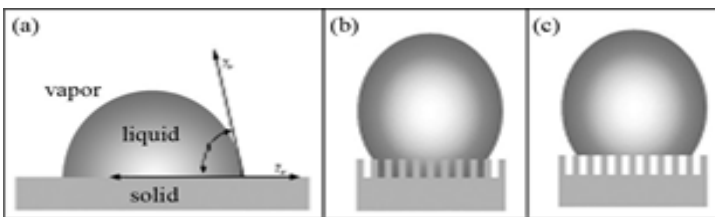
Keadaan Cassie-Baxter, juga dikenal sebagai keadaan komposit atau heterogen, adalah kondisi kebasahan di mana, dianggap bahwa alur atau lekuk di bawah tetesan diisi dengan udara bukan cairan, seperti yang ditunjukkan secara skematis pada (Gambar 2.4c). Pertama kali dijelaskan oleh Cassie dan Baxter. Dalam hal ini, antarmuka permukaan cair sebenarnya adalah antarmuka yang terdiri dari dua fase, yaitu antarmuka cair-padat dan antarmuka cair-udara. Dijelaskan sebagai berikut,

$$\cos \theta_c = f_1 \cos \theta_1 + f_2 \cos \theta_2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana θ_c adalah sudut kontak jelas, f_1 dan f_2 adalah fraksi permukaan masing-masing fase 1 dan fase 2. θ_1 dan θ_2 masing-masing adalah sudut kontak pada fase 1 dan fase 2. Persamaan ini adalah bentuk umum, yang juga berlaku ketika tidak ada kekasaran. Ketika salah satu dari permukaan ini adalah antarmuka udara-cair, f adalah fraksi padat, didefinisikan sebagai fraksi dari permukaan padat yang dibasahi oleh cairan. Maka fraksi udara adalah $(1-f)$. Dengan $\theta = 180^\circ$ untuk udara, sudut kontak yang dihasilkan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\cos \theta_c = f \cos \theta + (1-f) \cos 180^\circ = f \cos \theta + f - 1 \dots \dots \dots (2.6)$$

Parameter f berkisar dari 0 hingga 1, di mana pada $f = 0$ tetesan cairan tidak menyentuh permukaan sama sekali dan pada $f = 1$ permukaan benar-benar dibasahi, sama seperti perilaku permukaan datar. Ketika tetesan berada dalam keadaan Cassie-Baxter, area kontak kecil antara tetesan cair dan permukaan padat memungkinkan tetesan untuk menggelinding dengan mudah di atas permukaan (Cassie Baxter.1944).



Gambar 2.4 Perilaku membasahi tetesan cairan pada permukaan padat kasar: (a) Mode Young; (b) Mode Wenzel; (c) mode Cassie&Baxter

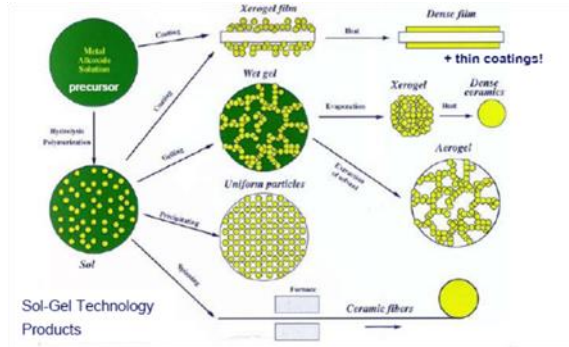
2.4 *Tetraethylorthosilicate*

Tetraethylorthosilicate (TEOS) merupakan bahan yang umumnya menggunakan logam alkoksida untuk mempermudah kondisi pada reaksi sol-gel. TEOS merupakan bahan utama dalam pembuatan nanopartikel silika, yang dalam sintesis akan dikontrol reaksi hidrolisis dan kondensasinya dengan proses Stober dimana penelitian Stober menggunakan alkohol atau air untuk mengontrol hidrolisis dan kondensasi dari TEOS. Reaksi hidrolisis dan kondensasi dari TEOS dikatalis menggunakan amonia (Arjasa, Raharjo. 2012). Dalam preparasi nanopartikel silika, kecepatan dan tingkat hidrolisis TEOS sangat dipengaruhi oleh kondisi reaksi, sehingga perlu adanya penambahan surfaktan cationic untuk mengontrol ukuran partikel silika pada skala nano (Sigh et al.2011).

2.5 Metode Sol-Gel

Metode sol gel merupakan metode preparasi padatan dengan teknik temperatur rendah yang melibatkan transisi dari suatu sistem dengan partikel-partikel mikroskopik yang terdispersi dalam suatu cairan (sol) menjadi material makroskopik (gel) yang mengandung cairan. Pada saat cairan menguap maka yang tertinggal adalah material keras seperti gelas. Sol-gel merupakan material amorf dan tidak memiliki dimensi pori yang seragam. Sintesis sol-gel umumnya melalui tahap hidrolisis dan kondensasi (Wijaya. 2010). Proses sol gel itu sendiri pertama prekursor bahan awalnya adalah alkoksida logam atau klorida logam yang kemudian mengalami reaksi hidrolisis dan reaksi polikondensasi untuk membentuk koloid yaitu sistem yang terdiri dari partikel-partikel padat yang terdispersi dalam suatu pelarut. Bahan awal atau prekursor juga dapat disimpan pada suatu substrat untuk membentuk film(seperti melalui *dip-coating* atau *spin-coating*) yang kemudian dimasukkan kedalam suatu container yang sesuai dengan bentuk yang diinginkan, contohnya untuk

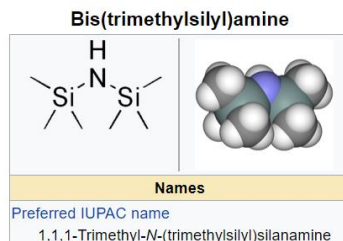
menghasilkan keramik monolitik, gelas, atau fiber, *aerogel* atau juga untuk



Gambar 2.5 Metode Sol-Gel

2.6 HMDS (*Hexamethyldisilazane*)

Bis(*trimethylsilyl*) *amine* yang juga dikenal sebagai *hexamethyldisilazane* (HMDS) adalah senyawa organosilikon dengan rumus molekul $[(\text{CH}_3)_3\text{Si}]_2\text{NH}$. Molekul ini adalah turunan dari amonia dengan kelompok trimetilsilil menggantikan dua atom hidrogen. Cairan tak berwarna ini adalah reagen dan prekursor basa yang populer dalam sintesis organik dan kimia organologam.



Gambar 2.6 Bis(*trimethylsilyl*) *amine*

HMDS dapat digunakan untuk mengubah alkohol menjadi eter trimetilsilil. HMDS dapat digunakan untuk sililasi gelas laboratorium dan membuatnya hidrofobik, atau kaca mobil, seperti halnya Rain-X. Dalam kromatografi gas, HMDS dapat digunakan untuk sililasi gugus OH senyawa organik untuk meningkatkan volatilitas, dengan cara ini memungkinkan analisis GC bahan kimia yang dinyatakan tidak mudah menguap. Dalam mikroskop elektron, HMDS dapat digunakan sebagai alternatif pengeringan titik kritis selama persiapan sampel (Bray DF.1993).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Peralatan dan Bahan

3.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah ayakan 170 mesh, *ultrasonic cleaner*, gelas beker, gelas ukur, pipet tetes, spatula, *hotplate*, *stirrer*, *crusible*, magnet neodimium, kuas, bola zirkonia, timbangan *digital*, mortar, *planetary ball mill*, dan tabung *funace*, kaca ukuran 2,5x4,5 cm, timbangan digital.

3.1.2 Bahan

Pada penelitian tugas akhir ini, bahan yang digunakan adalah pasir alam silika yang berasal dari Bangka Belitung, HCl (*Hydrochloric acid*), NaOH (*Sodium hydroxide*), *Tetraetoxysilane* (TEOS), NH₄OH (*Ammonium hydroxide*), HMDS (*Hexamethyldisilazane*), DBTD (*Dibutyltindilaurate*), *Hexanol*, *aquades*, cat beserta *hardener*, tiner dan alkohol 96%.

3.2 Prosedur Kerja

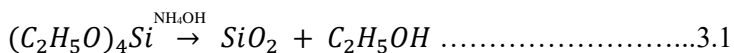
3.2.1 Sintesis Pasir Alam

Langkah-langkah yang dilakukan dalam sintesis SiO₂ adalah pasir alam yang berasal dari Bangka Belitung dibersihkan terlebih dahulu dengan air biasa lalu dijemur di udara bebas. Setelah kering, pasir tersebut diseparasi dengan magnet dan sebelumnya diayak dahulu dengan ayakan 170 mesh. Setelah itu, dilakukan proses pencucian untuk menghilangkan impuritas yang ada di dalam pasir. Pencucian ini dilakukan dengan menggunakan *Ultrasonic Cleaner*. Proses pencucian dilakukan secara berulang-ulang menggunakan *aquades* dan dikeringkan dengan menggunakan oven. Kemudian setelah pasir sudah kering, pasir tersebut ditambahkan dengan HCl

(*Hydrochloric Acid*) yang bertujuan untuk menghilangkan logam-logam besi yang masih ada didalam pasir. Setelah itu, dibersihkan kembali dengan *Ultrasonic Cleaner* dan dikeringkan menggunakan oven. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pereduksian ukuran karena pasir silika memiliki ukuran yang cukup besar dengan menggunakan *Wet Milling*. Setelah pasir sudah tereduksi ukurannya, dilakukan titrasi dengan HCl (*Hydrochloric Acid*) dan NaOH (*Sodium hydroxide*). Untuk langkah terakhir adalah kalsinasi dengan *Furnace*. *Furnace* dengan temperature 1200 °C dan *holding time* selama 10 jam.

3.2.2 Sintesis TEOS (*Tetraethylorthosilicate*) dan Pasir Silika

Langkah-langkah yang dilakukan pada sintesis campuran ini adalah dengan mencampurkan 30 ml TEOS (*Tetraethylorthosilicate*) (Merck,99,9%) dan 35 ml etanol atau etil alcohol. Setelah dua bahan itu sudah tercampur, kemudian di *stir* dengan menggunakan *stirrer* selama 24 jam. Lalu, ditambahkan dengan pasir silika hasil sintesis sebelumnya dengan mencampurkan 4 ml *Aquades* dan 14 ml NH₄OH (*Ammonium Hydroxide*) kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* dengan suhu 80°C selama 18 jam. disiapkan. Setelah dipanaskan, 25 ml *Hexanol* dicampurkan dengan 1ml HMDS (*Hexamethyldisilazane*) distir kembali selama 24 jam. Untuk langkah terakhir pada sintesis campuran ini adalah dengan menambahkan 0,08 ml-1 ml DBTD (*Dibutyltindilaurate*) dan 10 ml *Hexanol* yang kemudian distir selama 30 menit lalu dikeringkan dengan menggunakan *hotplate* selama dua jam pada suhu 60 °C. Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan perhitungan stokiometri seperti pada persamaan 3.1 dan 3.2.



DBTD

(Zhengyong Huang, 2018)

3.2.3 Sintesis Campuran TEOS dan *Varnish*

Langkah-langkah yang dilakukan pada sintesis ini pertama kali ialah dengan preparasi substrat. Substrat kaca yang berukuran 2,5 x 4,5 x 1 mm dibersihkan menggunakan HCl dan NaOH tetapi sebelumnya dibersihkan dahulu dengan sabun. Setelah itu dibilas menggunakan air dan alkohol agar substrat kaca lebih bersih dan higienis. Selanjutnya yaitu preparasi *varnish* yang menggunakan hidroksilapatit [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$]. Langkah berikutnya ialah dengan mencampurkan *varnish* tersebut dengan pasir silika hasil sintesis gabungan dengan TEOS (*Tetraethylorthosilicate*) dan ditambahkan dengan tiner sampai sekitar 30 ml. Kemudian olesi campuran *varnish* tersebut dengan kuas dipermukaan substrat kaca untuk dilakukan pengujian UV-Vis dan WCA dan untuk pengujian AFM dengan cara disemprotkan dari jarak jauh ke permukaan substrat kaca tersebut. Pada sintesis ini di berikan variasi konsentrasi masing-masingnya adalah 1 gram, 1,5 gram, 2 gram dan 2,5 gram dengan nama sampelnya B1, B2, B3 dan B4.

3.3 Karakterisasi Bahan

3.3.1 *X-Ray Diffraction (XRD)*

Karakterisasi dengan XRD dilakukan untuk menganalisis komposisi fasa pasir silika (SiO_2). Karakterisasi XRD ini menggunakan dua variasi yaitu pasir sebelum kalsinasi dan pasir setelah kalsinasi. Pengujian XRD dilakukan di laboratorium Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS dengan menggunakan alat *X-ray Diffractometer Philips X'Pert MPD*. Gambar 3.1 merupakan gambar alat XRD yang digunakan untuk karakterisasi fasa dari pasir silika (SiO_2).

Pada karakterisasi dengan menggunakan XRD, sumber yang digunakan dalam pengujian adalah sinar-X dengan radiasi gelombang elektromagnetik transversal pada daerah panjang gelombang 0,1-1000 Å yang terdiri dari partikel yang tidak bermuatan. Sinar-X dapat terbentuk apabila suatu

material ditembak dengan berkas elektron benergi tinggi. Dalam eksperimen digunakan sinar-X yang monokromatis. Kristal akan memberikan hamburan yang kuat jika arah bidang kristal terhadap berkas sinar-X (sudut θ) memenuhi persamaan Bragg, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.3

$$n \lambda = 2 d \sin\theta \dots\dots\dots 3.3$$



Gambar 3.1 X-ray Diffractometer

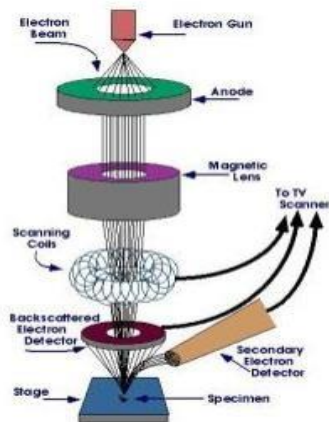
3.3.2 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Karakterisasi dengan SEM dilakukan untuk menganalisis morfologi bahan. pengujian dilakukan di UNES Semarang dengan menggunakan Phenom Pro X Desktop SEM with EDX (Gambar 3.2). Karakterisasi ini dilakukan dengan perbesaran $2500\times$ hingga $15.000\times$. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan alat yang dapat membentuk bayangan permukaan. Tujuan dari SEM ini antara lain adalah untuk mengetahui informasi-informasi mengenai topografi, morfologi, komposisi, informasi kristalografi



Gambar 3.2 *Scanning Electron Microscopy*

Prinsip kerja SEM adalah menembakkan berkas elektron berenergi tinggi pada permukaan material. Permukaan material yang dikenai berkas akan memantulkam kembali berkas tersebut atau menghasilkan elektron sekunder ke segala arah. Pantulan elektron-elektron sekunder, elektron-elektron terhambur dan radiasi sinar-X karakteristik akan memberikan informasi tentang keadaan sampel seperti bentuk permukaan (topografi) dan komposisi kimia yang terkandung dalam material apabila dihubungkan dengan alat EDX (*Energy Dispersive X-Ray*).



Gambar 3.3 Prinsip Kerja SEM

3.3.3 *Particle Size Analyzer (PSA)*

Karakterisasi dengan PSA dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran partikel SiO_2 . Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan Zetasizer Nano ZS (Gambar 3.4).

Dynamic Light Scattering (DLS) yang memanfaatkan hamburan inframerah. Hamburan inframerah ditembakkan oleh alat terhadap sampel sehingga sampel akan bereaksi menghasilkan gerak *Brown* (gerak acak partikel yang sangat kecil dalam cairan akibat dari benturan dengan molekul-molekul yang ada dalam zat cair). Gerak inilah yang kemudian dianalisis oleh alat. Semakin kecil ukuran molekul maka akan semakin cepat gerakannya. Prinsip pengujian PSA dalam penelitian tugas akhir ini adalah penggunaan media pendispersi berupa alkohol yang kemudian akan digetarkan dengan menggunakan *Ultrasonic Cleaner* sehingga partikel akan terdispersi ke media pelarut yang menyebabkan partikel tidak mengalami aglomerasi



Gambar 3.4 *Particle Size Analyzer*

3.3.4 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

Karakterisasi dengan FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa pada bahan pasir silika. Pengujian FTIR dilakukan di laboratorium Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS

dengan menggunakan alat *Shimadzu FTIR 8400s Spectrophotometer*.

Prinsip kerja dari FTIR ini adalah interaksi antara energi dan materi. *Infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya di transmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer dan direkam dalam bentuk puncak-puncak.



Gambar 3. 5 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

3.3.5 Atomic Force Microscopy (AFM)

Karakterisasi dengan AFM dilakukan dengan tujuan untuk memberikan informasi mengenai struktur permukaan secara atomik. Pengujian karakterisasi AFM dilakukan di Laboratorium Energi ITS dengan menggunakan alat Bruker Nano Scan 9.

AFM terdiri dari *catilever* dengan probe yang tajam pada ujungnya. Ketika probe tersebut didekatkan dengan sampel, medan gaya antara probe dan sampel akan menghasilkan defleksi pada *catilever*. Berdasarkan prinsip ini, dapat diperoleh informasi mengenai gambar 3D, kehalusan atau kekasaran permukaan dan kekuatan tarik menarik.

3.3.6 *Spectrophotometer UV-Vis*

Karakterisasi dengan UV-Vis dilakukan dengan tujuan untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi Panjang gelombang. Pengujian karakterisasi UV-Vis dilakukan di Laboratorium Zat Padat Departemen Fisika ITS.



Gambar 3.6 Uv-Vis

3.3.7 *Water Contact Angle (WCA)*

Karakterisasi dengan WCA dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sudut kontak yang terbentuk antara substrat dengan air. Untuk mengetahui sudut kontak yang terbentuk, pengujian ini menggunakan kamera makro DSLR *Canon EOS 600d*. Pengujian ini dilakukan di Departemen Fisika ITS.



Gambar 3.7 Kamera DSLR Canon EOS 600d

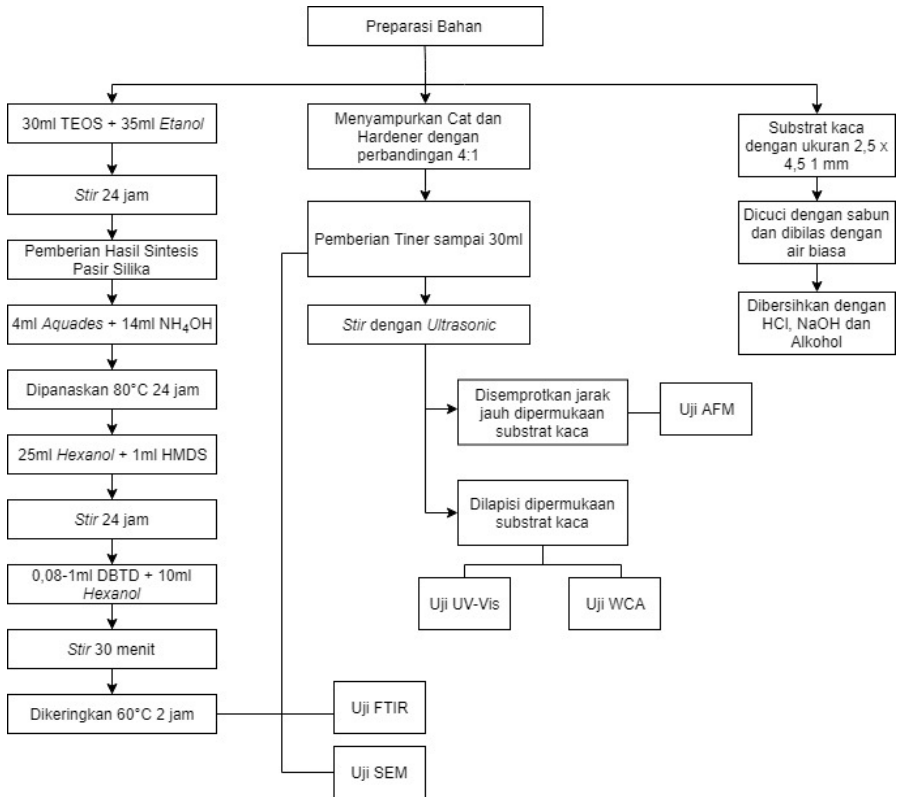
3.4 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Diagram Alir sintesis Pasir Silika (SiO_2)



Gambar 3.8 Diagram Alir Sintesis Pasir Silika

3.4.2 Diagram Alir Sintesis TEOS + Pasir Silika dan Varnish



Gambar 3.9 Diagram Alir Sintesis TEOS dan Pasir Silika

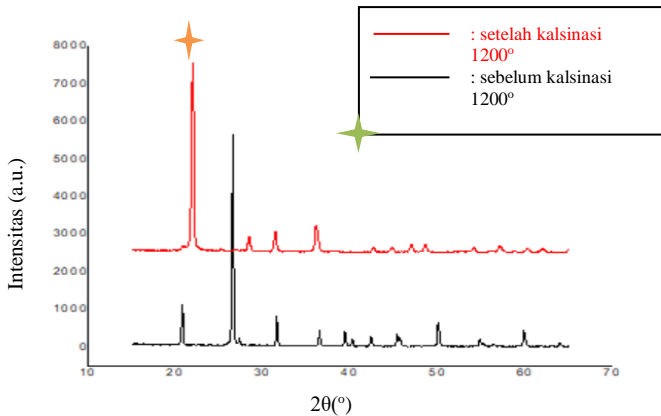
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Karakterisasi Pasir Silika dan TEOS

4.1.1 Analisa dengan XRD

Karakterisasi pasir silika dilakukan dengan menggunakan XRD yang dibedakan menjadi dua variasi yaitu pasir silika sebelum dan setelah kalsinasi tanpa campuran TEOS (*Tetraoxysilane*). Pasir silika yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berasal dari Bangka Belitung. Hasil karakterisasi pasir silika dapat dilihat pada pola XRD pada Gambar 4.1.

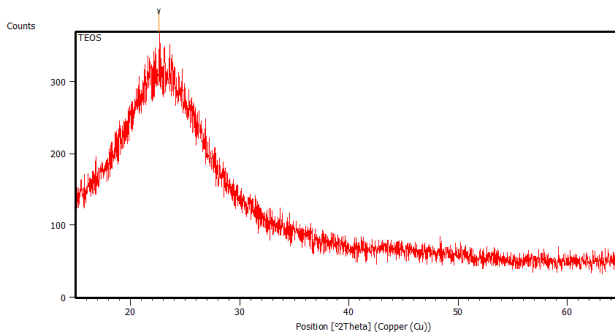


Gambar 4.1 Pola XRD Sebelum dan Sesudah Kalsinasi

Hasil pengamatan *X-Ray Diffraction* (XRD) pada gambar diatas terhadap sampel sebelum kalsinasi memiliki fase *Quartz* (kurva berwarna hitam), hal tersebut sesuai dengan analisis kualitatif dengan menggunakan *software MATCH!* yang memiliki database PDF2 nomor #00-083-0539 dan pada analisa ini menggunakan kode CIF 1011159. Hasil yang didapat dari analisis tersebut menunjukkan struktur kristal adalah trigonal dengan parameter kisi $a=4,91 \text{ \AA}$ dan $c=5,4 \text{ \AA}$.

Dari hasil pola XRD, dapat dilihat bahwa terdapat puncak kristal dengan intensitas utama pada 2θ diantara lainnya adalah 20,79; 26,57 dan 31,58. Untuk hasil pengamatan *X-Ray Diffraction* (XRD) setelah kalsinasi dengan suhu 1200°C diperoleh senyawa silika berfase *Cristobalite* sesuai dengan nomor #00-071-0785. Dengan intensitas utama $2\theta = 21,94$; 28,43 dan 31,43. Hasil XRD ini kemudian dianalisis lagi menggunakan *Rietica* dan diperoleh hasil *Derivied Bragg R-Factor* sebesar 3.95 (terlampir pada lampiran A). Berdasarkan pengamatan tersebut dapat disimpulkan bahwa setelah proses kalsinasi 1200°C seluruh fase *Quartz* berubah menjadi fase *Crisobalite*.

Pada penelitian ini, partikel silika (SiO_2) juga dibuat dengan bahan prekursor berbasis TEOS. Partikel SiO_2 dengan TEOS melalui proses *sol-gel* dan Analisa spektrum XRD seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pola XRD pada TEOS (*Tetraetoxysilane*).

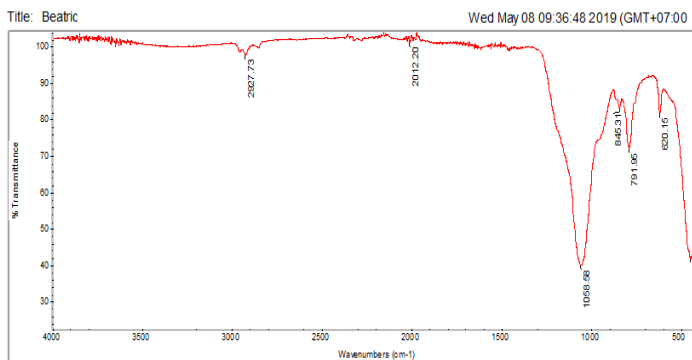
Berdasarkan gambar diatas terlihat spektrum yang melebar dan tidak adanya pucak-puncak yang sempit mengidentifikasi bahwa senyawa silika memiliki fase *Amorphous*.

Dari dua data Analisa spektrum SiO_2 berbasis pasir alam dan TEOS menunjukkan silika yang dibuat dari bahan pasir alam

cenderung memiliki sifat lebih kristalin dibandingkan dengan berbasis bahan TEOS. Disamping itu, partikel-partikel SiO_2 yang terbentuk dari bahan alam cenderung berukuran lebih besar dibandingkan dengan berbasis TEOS. Hal tersebut diindikasikan dari setengah lebar puncak pengamatan XRD.

4.1.2 Analisa dengan FTIR

Salah satu metode untuk mengamati gugus-gugus molekuler dari suatu material atau bahan dapat menggunakan FTIR, sehingga dapat diyakinkan seluruh bahan yang dibuat sudah membentuk senyawa yang diinginkan dapat diamati. Pada penelitian ini tujuan pembentukan partikel SiO_2 memiliki struktur hirarki, dimana silika yang terbentuk memiliki morfologi berjenjang dari yang besar sampai yang terkecil (menyerupai piramida). Silika berbasis pasir pantai pada penelitian ini akan terlapisi dengan silika berbasis TEOS yang memiliki ukuran jauh lebih kecil dibandingkan dengan silika berbasis pasir, tetapi semuanya memiliki formulasi kimiawi yang sama yaitu SiO_2 dengan fase yang berbeda. Hasil gabungan karakterasi pasir silika dan TEOS dapat dilihat pada



Gambar 4.3.

Gambar 4.3 Hasil FTIR Pasir Silika dan TEOS

Spektroskopi FTIR yang bertujuan untuk mengetahui dan menkonfirmasi jenis ikatan gugus senyawa organik yang terbentuk pada komposit SiO₂ yang sudah ada campuran TEOS (*Tetraetoxysilane*). Kesesuaian Panjang gelombang spektrum inframerah dari masing-masing gugus fungsional yang diberikan referensi ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Energi Gelombang Spektrum Inframerah Referensi

Gugus Fungsi	Energi Gelombang (cm ⁻¹)
Si-OH <i>asym stretching</i>	3700-3200
O-H <i>stretching</i>	2500-3750
C=C <i>stretching</i>	1650-1900
C-OC <i>stretching</i>	800-1500
Si-O	sekitar 1024
Si-O-Si <i>asym stretching</i>	1000-1130
C-OC <i>stretching</i>	800-1500
Si-O-Si <i>bending</i>	200-500
CH ₂ <i>asym</i>	sekitar 2925
CH ₃ <i>asym</i>	sekitar 2881

Gugus fungsi dari siloksan (Si-O-Si) *stretching* referensi yaitu pada rentang 1000-1130 cm⁻¹ tetapi pada hasil FTIR didapatkan puncak (*peak*) inframerah pada energi gelombang 1058.58 cm⁻¹. Sedangkan puncak rentang energi gelombang yang kedua terletak pada rentang 200-500 cm⁻¹ termasuk gugus Si-O-Si *bending*. Pada hasil pengujian terdeteksi ciri puncak *Hexamethyldisilazane* (HMDS), yaitu adanya gugus -CH₃ pada energi gelombang sekitar 2927.73 cm⁻¹. Dari Analisa diatas terlihat puncak-puncak dominanya didominasi oleh gugus-gugus SiO₂. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada terbentuk senyawa lain selain senyawa silika (SiO₂) dimana senyawa tersebut dikontribusi dari silika berbasis pasir alam maupun TEOS.

4.2 Analisa Morfologi Pasir Silika dan TEOS

4.2.1 Analisa dengan PSA

Pada penelitian material *hydropobic* sangat dipengaruhi oleh dimensi dan morfologi partikel sebagai material pengisi pada saat dijadikan pelapis pada substrat. Dimensi dan ukuran partikel dapat dianalisa dengan menggunakan PSA dan SEM, dimana semua pengukuran dilakukan didalam lingkungan kampus ITS.

Pada penelitian ini langkah awal identifikasi dimensi partikel yang diinisiasi dari dimensi partikel silika berbasis pasir alam tanpa pelapisan TEOS. Dimensi tersebut sangat diperlukan diharapkan partikel yang terbentuk memiliki orde dimensi diatas 200 nm. Identifikasi dimensi partikel rata-rata menggunakan PSA (*Genesys*), dimana untuk mengetahui distribusi rata-rata ukuran partikel. Hasil karakterisasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

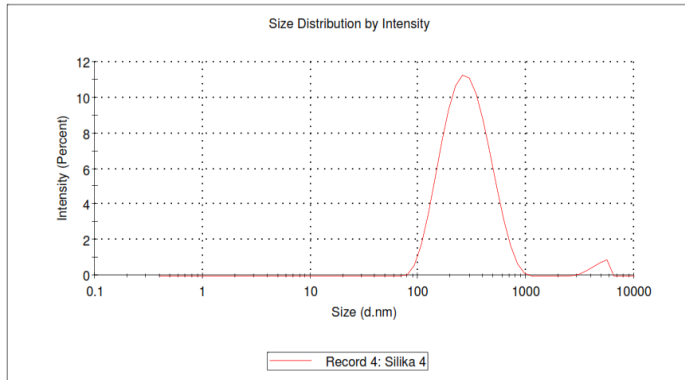
Tabel 4. 2 Nilai distribusi rata-rata ukuran partikel pengujian PSA

<u>Pengulangan</u>	nm
1	237.5
2	245.8
3	244.2
4	247.7
5	244.7

Pada tabel diatas menunjukkan kondisi pengukuran dimensi rata-rata partikel sebanyak lima kali pengulangan. Hasil tersebut selanjutnya dirata-rata memiliki dimensi sekitar 243,98 nm. Pada hasil pengujian PSA, pengukuran distribusi partikel menggunakan media pelarut *alcohol* dan *aquades* sehingga partikel terdispersi menjadi orde berukuran nano dan hal tersebut akan berbeda saat pengujian SEM yang beraglomerasi ke ukuran tingkat mikro.

Grafik rata-rata ukuran partikel untuk sampel pasir silika pada pengulangan keempat dapat dilihat pada Gambar 4.4. Grafik dari

hasil uji PSA yang baik ditandai dengan semakin sempitnya lembar puncak yang mengindikasikan persebaran rata-rata ukuran partikel semakin homogen.

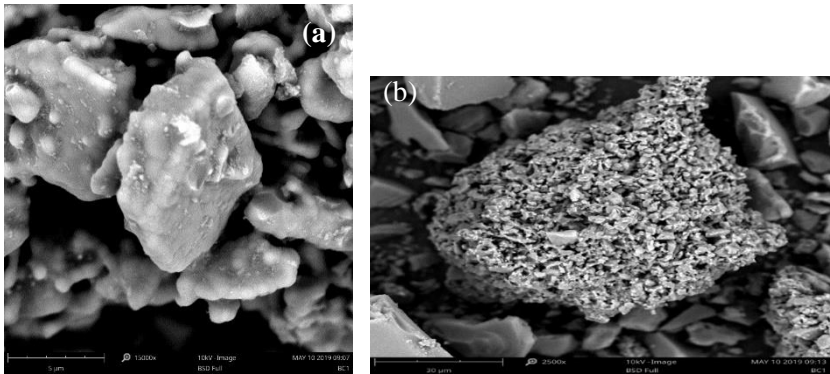


Gambar 4. 4 Distribusi Ukuran Partikel Pasir Silika

Dari gambar di atas diketahui terdapat satu puncak yang mengindikasikan bahwa distribusi yang homogen dengan rata-rata distribusi ukuran partikel berkisar 243,98 nm.

4.2.2 Analisa dengan SEM

Morfologi permukaan dan distribusi ukuran partikel pasir silika yang sudah dicampur oleh TEOS dikarakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Pada karakterisasi ini, menggunakan perbesaran 2500-15.000x. Dengan perbesaran 2.500x, 14.500x dan 15.000x hasil karakterisasi dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil distribusi rata-rata ukuran partikel yang dihasilkan dari karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*) bersifat kualitatif.



Gambar 4.5 Distribusi ukuran partikel perbesaran (a) 15000x dan (b) 2500x dengan menggunakan SEM

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa distribusi ukuran partikel pada sampel pasir silika yang sudah dicampur dengan TEOS (*Tetraetoxysilane*) memiliki ukuran yang berbeda setiap perbesarannya pada tiap sampel. Distribusi rata-rata ukuran partikel yang dihasilkan dari pengujian SEM dan PSA berbeda. Dikarenakan oleh pada pengujian PSA sampel yang diuji berupa pasir silika saja yang sudah dikalsinasi sedangkan sampel yang diuji oleh SEM adalah sampel pasir silika yang sudah dicampur oleh TEOS (*Tetraetoxysilane*).

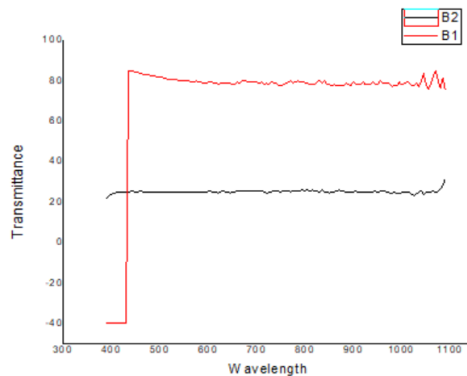
Pada pengujian SEM perbesaran 2500x yaitu Gambar 4.5 (b) diperoleh bahwa geometri distribusi ukuran partikel pada sampel tersebut ialah 30 μm tiap satu sampel. Dari hasil SEM tersebut dapat dilihat juga bahwa TEOS (*Tetraetoxysilane*) menumpuk pada pasir silika atau dapat dikatakan TEOS tersebut tercampur baik dengan pasir silika sehingga pasir berada di selingan TEOS atau dibawah sekitar TEOS tersebut karena ukuran TEOS yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pasir silika. Jika dibandingkan dengan Gambar 4.5 (a) yaitu sampel TEOS (*Tetraetoxysilane*) dan pasir silika lebih terlihat menyatu atau menumpuk dengan ukuran distribusi partikel 5 μm tiap satu sampel. Sehingga

dapat disimpulkan, Analisa morfologi partikel SiO_2 yang dilapisi oleh SiO_2 *Amorphous* berbasis TEOS kecenderungan memiliki struktur hirarki dengan basis ukuran terbesar oleh silika pasir dan ditutupi dengan lapisan SiO_2 dengan ukuran lebih kecil yang berbahan TEOS.

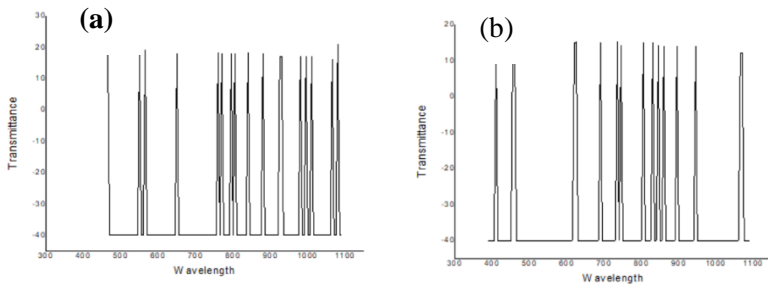
4.3 Analisa Pelapisan Pasir Silika dan TEOS

4.3.1 Analisa dengan Uv-Vis

Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat pelapis hidropobik berbasis material silika pasir alam yang dilapisi dengan silika berbasis material TEOS, yang memiliki sifat transparansi cukup tinggi. Sifat transparansi pelapisan hidropobik pada substrat kaca diidentifikasi dengan menggunakan uv-vis, dimana rentang panjang gelombangnya melingkupi seluruh daerah panjang gelombang cahaya nampak (*visible light*). Berdasarkan topik penelitian yang dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi partikel silika terhadap *binder* atau cat pengikat akan diamati nilai transmitsinya terhadap panjang gelombang. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan diperoleh korelasi antara jumlah konsentrasi pengisi silika terhadap nilai transparansinya ditunjukkan seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil Transmittansi *Uv-Vis* sampel B1 dan B2



Gambar 4.7 Hasil Transmittansi *Uv-Vis* sampel (a) B3 dan (b) B4

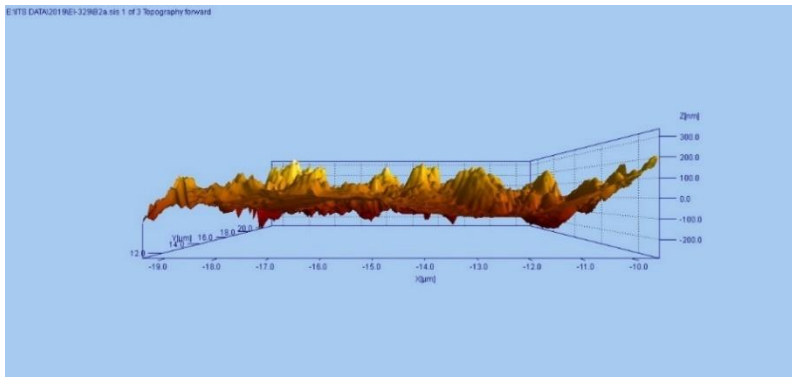
Pada gambar 4.6 terlihat perbedaan antara peningkatan konsentrasi silika pada matriks pengikat (cat), yang berkorelasi dengan nilai transmittansinya pada skala panjang gelombang cahaya tampak. Semakin tinggi konsentrasinya menyebabkan transmittansinya semakin rendah dari 80% pada konsentrasi 1 gram menjadi 20% pada konsentrasi 1,5 gram atau terjadi penurunan sekitar 75%. Pada grafik tersebut terlihat penurunan nilai transmittansi hampir kontinu pada seluruh *range* panjang gelombang pengamatan (konstan). Gejala tersebut berbeda untuk variabel konsentrasi penambahan 2 dan 2,5 gram seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7.

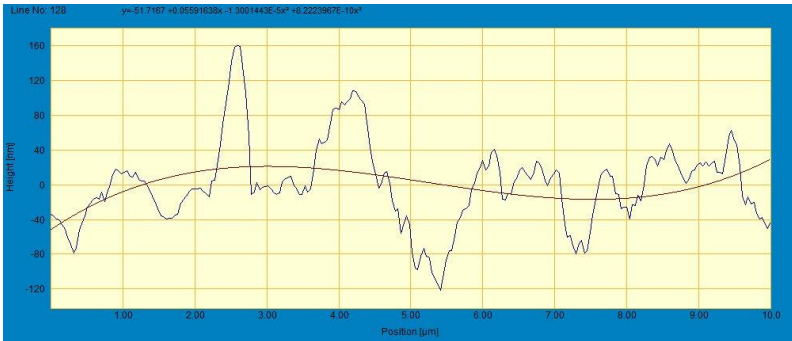
Pada gambar tersebut terlihat nilai transmittansinya sangat rendah dan cenderung merefleksikannya karena diindikasikan dengan nilai transmittansi yang negatif, akan tetapi pada panjang gelombang tertentu memiliki nilai transmittansinya antara 20% sampai 30% dan bersifat diskrit untuk semua *range* pengamatan panjang gelombang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penyebaran partikel pada substrat tidak merata atau kurang homogen yang diakibatkan oleh mekanisme aglomerasi partikel-partikel silika sehingga mengurangi transmittansinya. Pada penelitian ini diharapkan material pelapis memiliki sifat anti air tetapi juga memiliki sifat transparansi. Dari semua variabel

penelitian yang telah dilakukan mengindikasikan penambahan 1 gram pada matriks memiliki transmitansi yang tinggi dibandingkan dengan yang lain.

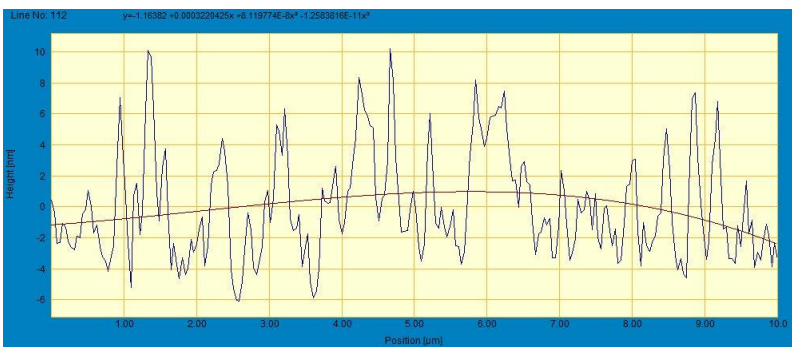
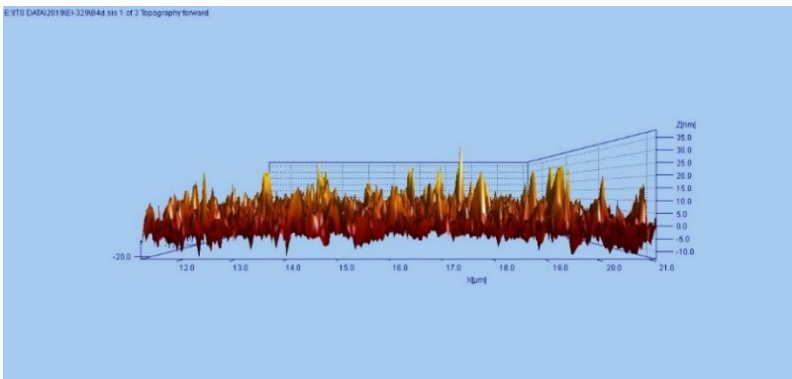
4.3.2. Analisa dengan AFM

Morfologi kekasaran permukaan merupakan bagian yang cukup signifikan didalam mempengaruhi perilaku hidropobitas cairan terhadap permukaan padat. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi partikel silika yang direkayasa morfologi permukaannya terhadap sifat hidropobitas. Salah satu metode untuk mengamati secara kualitatif dan kuantitatif performa permukaan adalah melakukan pengamatan visual dalam orde nano. Pengamatan dalam orde tersebut dapat digunakan AFM (*Atomic Force Microscopy*), untuk mengamati karakteristik permukaan baik lembah maupun puncaknya. Karakterisasi permukaan pada sampel penelitian ini terhadap dua keadaan dengan konsentrasi yang paling rendah yaitu B2 (1 gram) dan B4 (2,5 gram) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.





Gambar 4.8 *Topography Forward sampel B2*

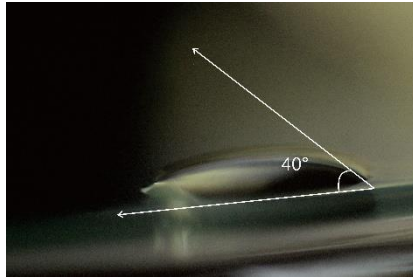


Gambar 4.9 *Topography Forward sampel B4*

Pada Gambar 4.8 (a) menunjukkan morfologi topografi dari permukaan sampel B2 dimana konsentrasi silika yang paling rendah cenderung memiliki luas permukaan spesifik lebih rendah bila dibandingkan dengan permukaan spesifik untuk sampel B4 pada Gambar 4.8 (b). Morfologi puncak dan lembah kerucut pada permukaan untuk sampel B2 memiliki tinggi rata-rata 160 μm dan diameter kerucut rata-rata $\pm 1 \mu\text{m}$. Dibandingkan dengan morfologi permukaan dari sampel B4 yang memiliki tinggi rata-rata puncak 10 μm dan diameter kerucut rata-rata 0,1 μm . Dari dua gambaran tersebut terlihat pada konsentrasi silika yang rendah terhadap pelapisan hidrofobik akan memiliki luas permukaan spesifik lebih kecil dibandingkan pelapisan yang memiliki konsentrasi silika yang lebih besar. Bila dikaitkan dengan karakteristik permukaan hidrofobik, maka dapat dikatakan permukaan yang memiliki luas area spesifik lebih besar menunjukkan performa permukaannya memiliki kekasaran yang lebih tinggi.

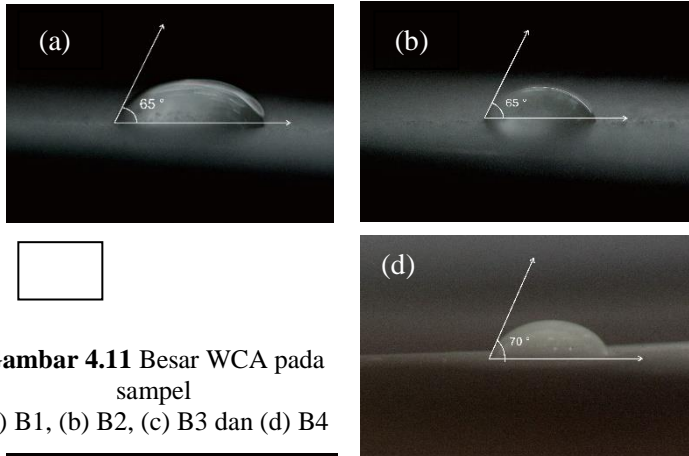
4.3.3 Analisa dengan WCA

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk membuat pelapoh hidrofobik pada substrat kaca dengan menggunakan metode *spray coating* sebagai proses pelapisannya. Salah satu indikator untuk menentukan keberhasilan sebuah proses rekayasa atau improvisasi suatu material bisa dikatakan berhasil atau tidaknya harus dibandingkan dengan data acuan standarnya. Pada penelitian ini data awal pengujian sudut kontak digunakan substrat kaca tanpa pelapisan dan dilakukan pengujian tetesan air seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9.



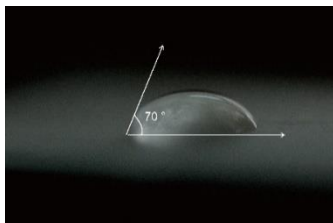
Gambar 4.10 Besar WCA yang tidak terlapisi sampel

Pada gambar di atas terlihat tetesan air cenderung membasahi dengan sudut kebasahan yaitu 40° . Nilai sudut kontak tersebut menunjukkan substrat kaca bersifat hidrofilik (terbasahi). Keadaan tersebut akan dibandingkan dengan hasil dengan hasil setelah proses pelapisan silika terhadap substrat dengan variasi konsentrasi jumlah partikel silika 1, 1,5, 2 dan 2,5 gram seperti ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.11 Besar WCA pada sampel

(a) B1, (b) B2, (c) B3 dan (d) B4



Pada gambar di atas terlihat bahwa pengaruh pelapisan substrat dengan silika

terhadap sudut kontak kebasahan semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi partikel silika. Nilai tertinggi terjadi pada sampel B4 dimana memiliki konsentrasi tertinggi yaitu 2,5 gram memiliki sudut kontak sebesar 70° dibandingkan dengan tanpa pelapisan yaitu 40° atau hampir 75%nya tanpa pelapisan atau dengan konsentrasi terendah yaitu B1 dengan sudut kontak sebesar 65° terjadi peningkatan 62,5%. Peningkatan sudut kontak dari sampel B1 ke B4 sekitar 5° , hal tersebut dikarenakan luas permukaan spesifik dari sampel B4 lebih besar dibandingkan B1 sesuai dengan pengukuran AFM. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan pengaruh peningkatan sudut kontak akibat penambahan partikel silika juga dipengaruhi akibat adanya perubahan morfologi hirarki structural pada partikel silika sehingga membentuk permukaan-permukaan berbentuk kerucut atau piramida. Hal tersebut didukung dari pengaman SEM yang menunjukkan partikel silika berbasis pasir alam sebagai basisnya dan silika berbasis TEOS melingkupi pada permukaan silika berbasis alam. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat dinyatakan partikel silika berbasis alam yang dikombinasikan dengan silika berbasis TEOS dapat digunakan sebagai pelapis hidrofobik terhadap substrat kaca.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang berjudul “**Pembentukan Struktur Hirarki pada Partikel Silika Berbasis Variasi Konsentrasi Pasir Alam dan TEOS (*Tetraethyl Orthosilicate*) sebagai Pelapis Hidrofobik**”, dapat diambil kesimpulan :

1. Telah didapatkan struktur hirarki pada partikel silika berbasis pasir alam dan TEOS yang membentuk kerucut atau piramida dimana orde partikel yang terbentuk sekitar 5 μm dan kekasaran permukaan dengan diameter 0,1 μm
2. Telah berhasil dilakukan pelapisan pada substrat kaca dengan terbentuknya morfologi permukaan yang memiliki luas permukaan spesifik tertinggi pada konsentrasi pelapisan yang tinggi pada sampel B4 berdasarkan pengamatan kualitatif dengan pengujian AFM
3. Telah diperoleh transparansi pelapisan hidropobik yang cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi partikel pada sampel B1 dan B2, nilai transparansi tertinggi diperoleh pada sampel B1 (1 gram) dan sudut kebasahan pelapisan pada konsentrasi partikel tertinggi yaitu sampel B4 dengan sudut kontak sebesar 70° .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir ini terdapat beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan pengujian PSA pada partikel silika setelah pelapisan dengan TEOS
2. Perlu dilakukan teknik pelapisan (spray coating) lebih baik dengan pemilihan *nozzle* yang tepat
3. Perlu pemilihan matriks (pengikat) yang tepat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- A.B.D, Cassie and S. Baxter. 1944. "Wettability of Porous Surfaces," *Transaction of the Faraday Society*, Vol. 40: 546-551.
- Akhavan B, Jarvis K, Majewski P. 2013. "Hydropobics Plasma Polymer Coated Silica Particles for Petroleum Hydrocarbon Removal". *ACS Appl*
- 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.
- Arjasa, O.P & J. Raharjo. 2012. *Facile One Pot Synthesis Of Highly Monodispere Silica Nanoparticles In Water Based Medium*. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 14: 34-39
- Bhusan, B. 2009. Biomimetics: lessons from nature an overview. *Philos Trans R Soc A* 367: 1445-1486.
- Bray DF, Bagu J, Koegler P. 1993. "Comparison of Hexamethyldisilazane(HMDS), Peldri II and Critical Point Drying Methods for Scanning Electron Microscopy of Biological Specimens". *Microsc. Res. Tech* 26(6): 489-95.
- E Gaigneaux, D.E. De Vos, P.A. Jacobs, J.A. Martens, P. Ruiz, G. Poncelet, P. Grange. 2002. "Volume 143 of *Studies in Surface Science and Calalysis*". Elsevier: 708.
- Ensikat, HJ, dkk. 2011. "Superhydrophobicity in Perfection: The Outstanding Properties of The Lotus Leaf". Dresden: Nees Institute, University of Bonn, Institut fur Botanik, Technische Universitat Dresded, Bonn. Hlm 152-16.
- Fernández LD, Lara E, Mitchell EA. 2015. "Checkist, Diversity and Distribution of Testate Amoebae in Chile". *Eur. J. Proctistol*.

- Griffith, P. 1975. "Chemical Infrared Fourier Transform Spectroscopy". John Wiley & Sons: New York.
- Hildayanti, dkk. 2009. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam-Silika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Iler, R. K. 1979. "The Chemistry of Silica". Plenum Press
- Irwandi J, Saeed M.E., Torla, H., and Zaki, M.N. 2003. "Determination of Lard in Mixture of Body Fats of Mutton and Cow by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *J. Oleo Sci.* Vol 52 No 12. Hal 633-638.
- Kathrick, B & Maheswari, R. 2008. Lotus-Inspired Nanotechnology Application. *Resonance* 13(12): 1441-1145. DOI: 10.1007/s12045-008-0113-y.
- Mahlting, B., Haufe, H & Bottcher. H. 2005. Functionalisation of Textiles by Inorganic Sol-Gel Coatings. *Journal of Materials Chemistry*, Vol 15, No 41, pp. 4385-4398.
- M, Nosonovsky and B. Bhusan. 2009. "Superhydrophobic Surfaces and Emerging Applications: Non-Adhesion, Energy, Green Engineering," *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, Vol.14, No.4: 270-280.
- Mori, Hidetsugu. 2003. Extravtion of Silicon Dioxide from Waste Colored Glasses by Alkali Fusion Using Sodium Hydroxide. *Journal of Materials Science* 38(16): 3461-3468. DOI: 10.1023/A:1025100901693.
- Pescok, R. L., Shield, L. D., Cairns, T., dan Mc William, I. G. 1976. *Modern Methods of Chemical Analysis*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Quere, D & Reyssat, M. 2008. Non- Ahesive Lotus and Other Hydrophobic Material. *Phil Trans. R. Soc. A*(2008) 366, 1539-1556.
- Rahayu, Finanti dan Zainuri, Moch. 2016. Pengaruh Jenis Fasa SiO₂ (Amorphous, Quartz, Cristobalite) terhadap Sifat Hydrophobic pada Media Kaca. *In: Jurnal Pomits (1-7), Physics*.

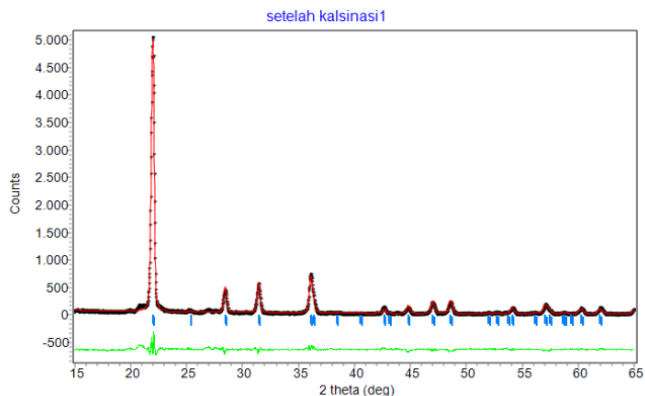
- R.N, Wenzel. 1936. "Resistance of Solid Surfaces to Wetting by Water," *Industrial & Engineering Chemistry*, Vol.28, No.8: 988-994.
- Scriven, L.E. 1988. "Physics and Application of Dip Coating and Spin Coating". *Better Ceramics through Chemistry III*: 717-729.
- Singh, L.P., S.K Bhattacharyya, G. Mishra, S. Ahalawat. 2011. Functional Role of Cationic Surfactant to Control The Nano Size of Silica Powder. *Application Nanoscience*, Vol. 1:117-122.
- Szaostak, Rosemarie. 1998. *Molecular Sieves: Principles of Synthesis and Identification Springer*. IBN:0-7514-0480-2.
- T, Young. 1805. "An Essay on the Cohesion of Fluids," *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 95: 65-87. DOI: 10.1098/rstl. 1805.0005.
- Wijaya, K. 2010. *Nanomaterial Berlapis dan Berpori: Sintesis, Karakterisasi dan Perannya sebagai Material Multi Fungsi*. Yogyakarta: UGM.
- Zhengyong, Huang., Wenjie Xu., Yu Wang., Haohuan Wang., Ruiqi Zhang., Ximing Song dan Jian Li. 2018. "One-Step Preparation of Durable Superhydrophobic MSR/SiO₂ Coatings by Suspension Air Spraying. Congqing University, China.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

PENGHALUSAN DENGAN *RIETVELD* MENGUNAKAN *SOFTWARE RIETICA*

Hasil Rietica Setelah Kalsinasi pada XRD



```

+-----+
|                               |
|                               |
+-----+
|                               |
|                               |
+-----+
Phase: 1
+-----+
PHASE SCALE FACTOR = 0.198070E-02  -.213155E-03  0.714904E-04
OVERALL TEMP. FACTOR = 0.000000  0.000000  0.000000
CELL PARAMETERS    =  4.982341  0.000041  0.000344
                   =  4.982340  0.000041  0.000344
                   =  6.951239  0.000039  0.000692
                   =  90.000008  0.000008  0.000000
                   =  90.000008  0.000008  0.000000
                   =  90.000008  0.000008  0.000000
RECIPROCAL CELL    =  0.201  0.201  0.144  90.000  90.000  90.000
CELL VOLUME        = 172.555588  0.024083
SCALE * VOLUME     =  0.341782  0.012336
MOLECULAR WEIGHT   =  240.360
DENSITY            =  2.312
DERIVED BRAGG R-FACTOR= 3.95

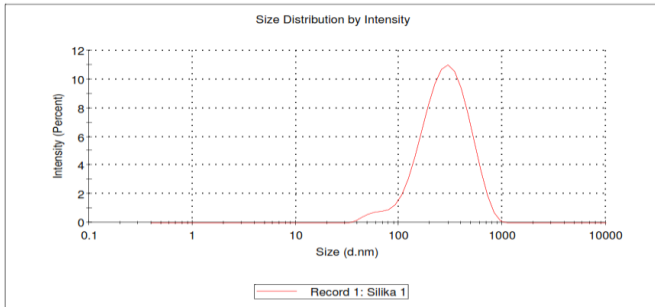
```

LAMPIRAN B

DATA GRAFIK PSA (*PARTICLE SIZE ANALYZER*)

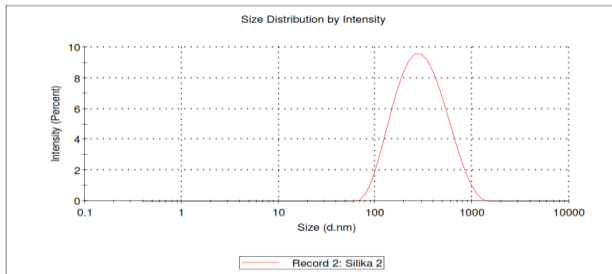
1. Grafik PSA Pengulangan Pertama

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 235.7	Peak 1: 303.9	100.0	154.3
Pdl: 0.241	Peak 2: 0.000	0.0	0.000
Intercept: 0.955	Peak 3: 0.000	0.0	0.000
Result quality Good			



2. Grafik PSA Pengulangan Kedua

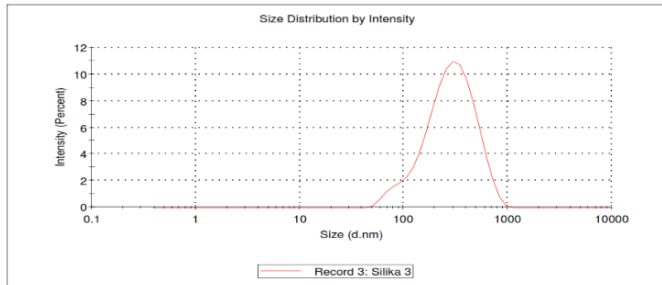
	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 245.8	Peak 1: 333.0	100.0	193.9
Pdl: 0.260	Peak 2: 0.000	0.0	0.000
Intercept: 0.956	Peak 3: 0.000	0.0	0.000
Result quality Good			



3. Grafik PSA Pengulangan Ketiga

	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 244.2	Peak 1: 309.8	100.0	157.8
Pdl: 0.247	Peak 2: 0.000	0.0	0.000
Intercept: 0.955	Peak 3: 0.000	0.0	0.000

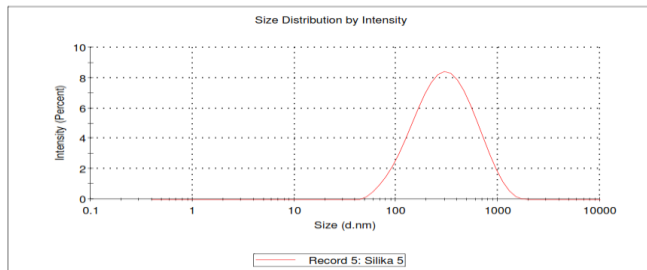
Result quality **Good**



4. Grafik PSA Pengulangan Kelima

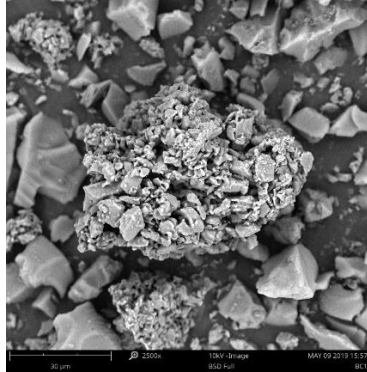
	Size (d.nm...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 244.7	Peak 1: 357.4	100.0	237.4
Pdl: 0.268	Peak 2: 0.000	0.0	0.000
Intercept: 0.957	Peak 3: 0.000	0.0	0.000

Result quality **Good**

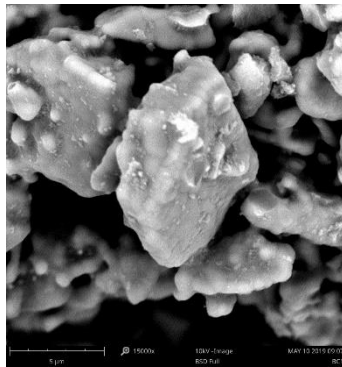


LAMPIRAN C DATA SEM

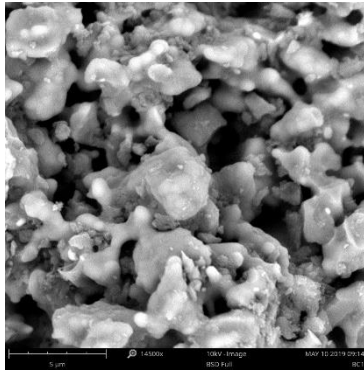
1. DATA SEM Perbesaran 2500x



2. DATA SEM Perbesaran 15000x

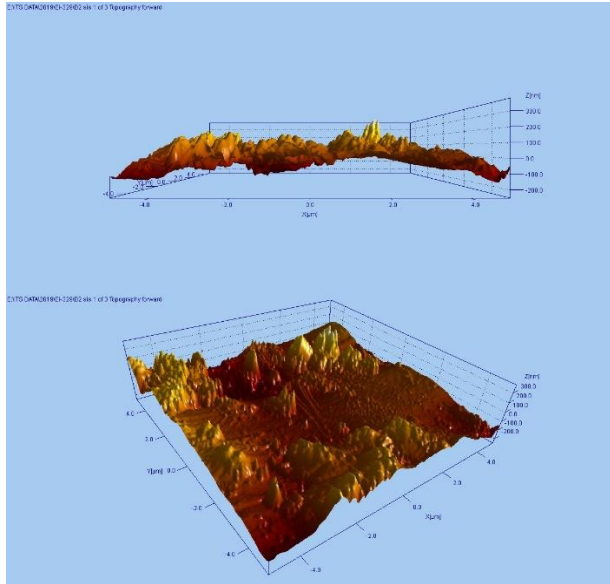


3. DATA SEM Perbesaran 14500x

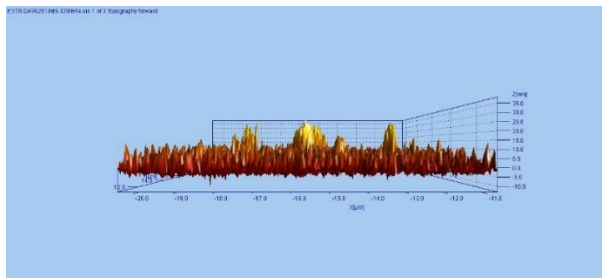


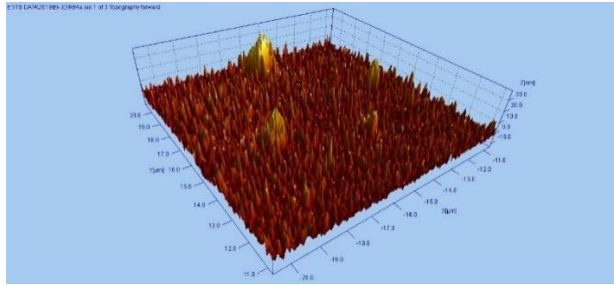
LAMPIRAN D DATA AFM

1. Data AFM Sampel B2



2. Data AFM Sampel B4





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis bernama Beatrice Creco Nadya yang dilahirkan di Malang, 21 Juni 1996, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orang tua penulis yang bernama Ir Basa Hasahatan dan Francisca Melita. Saat ini penulis tinggal di Villa Golf Araya V nomor 8 Malang. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di TK Kristen Kalam Kudus Batam, SD Kristen Kalam Kudus Batam, SMP Katolik Charitas Batam dan SMA Katolik Cor Jesu Malang. Setelah lulus dari SMAK pada tahun 2014, penulis

diterima di Jurusan Fisika FIA-ITS Surabaya pada tahun 2015 dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 01111540000103.

Selama di perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan perkuliahan dan organisasi. Di Departemen Fisika ini penulis mengambil bidang studi material. Penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium Fisika Dasar I. Penulis pernah bergabung organisasi menjadi *staff* anggota Dalam Negeri (DAGRI) Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMASIKA) ITS. Serta penulis pernah bergabung dalam berbagai kepanitiaan seperti sie acara dalam GERIGI ITS, sie konsumsi dalam PETROLIDA, sie pubdekdok dalam IPEE, sie acara dalam 5th *Physics Summit* dan sie pubdok dalam 6th *Physics Summit*. Serta bergabung menjadi *Instructure Committee* (IC) pengkaderan Departemen Fisika ITS. Kerja praktik penulis dilakukan di PT WIKA BETON Pasuruan.

E-mail: beatricreco@gmail.com