

**ANALISIS FILTER KERAMIK BERPORI BERBENTUK TABUNG  
BERBASIS ZEOLIT ALAM DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA  
UNTUK MENURUNKAN KADAR PARTIKEL PADA AIR SUMUR**

Laporan Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat

Memperoleh gelar Sarjana Stara- 1 Teknik Mesin



Disusun Oleh:

NAMA : Mohammad Hisyam Ali

NIM : 14.301.0031

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WAHID HASYIM  
SEMARANG  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN

### ANALISIS FILTER KERAMIK BERPORI BERBENTUK TABUNG BERBASIS ZEOLIT ALAM DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA UNTUK MENURUNKAN KADAR PARTIKEL PADA AIR SUMUR

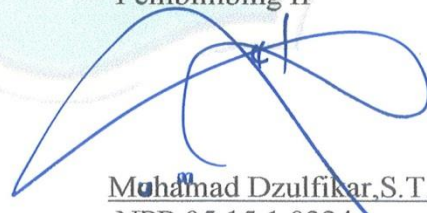
Telah diperiksa dan disetujui untuk dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Pada : R. D2.02  
Hari : Rabu  
Tanggal : 26 - Juni - 2019

Pembimbing I

  
Dr. S.M. Bondan Respati, S.T., M.T  
NIDN. 0613017702

Pembimbing II

  
Muhamad Dzulfikar, S.T., M.T  
NPP:05.15.1.0324



## FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

### LEMBAR PENGESAHAN UJIAN/REVISI

Nama Mahasiswa : Mohammad Hisyam Ali  
NIM : 14.301.0031  
Judul TA : Analisis Filter Keramik Berpori Berbentuk Tabung Berbasis Zeolit Alam Dan Arang Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Partikel Pada Air Sumur.

Telah dipertahankan dan direvisi di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

1. Penguji 1  
Nama : DR. S. M. Bondan Respati, S.T., M.T.  
Tanggal Pengesahan : ..... 28/05/2019 .....  
Tanda Tangan : .....  .....
2. Penguji 2  
Nama : Darmanto, S.T., M.Eng  
Tanggal Pengesahan : .....  
Tanda Tangan : .....  .....
3. Penguji 3  
Nama : Ir. Tabah Priangkoso, M.T.  
Tanggal Pengesahan : ..... 28/05/2019 .....  
Tanda Tangan : .....  .....

Semarang, 26 Juni 2019  
Mengetahui  
Ketua Program Studi



  
DR. S. M. Bondan Respati, S.T., M.T.)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Hisyam Ali


NIM : 14.301.0031

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa tugas akhir tidak merupakan jiplakan dan bukan dari karya orang lain.



Semarang, 26 Jun 2019  
Yang menyatakan

  
(Mohammad Hisyam Ali)

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

#### *PERJUANGAN DAN DOA*

### PERSEMBAHAN

*Puji syukurku kusembahkan kepadamu Alloh SWT yang Maha Agung nan Maha Tinggi nan Maha Adil nan Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku, maka dengan selesainya karya kecilku ini ingin mengucapkan rasa terima kasihku.*


- 1. Bapak Amin Zuhri, Ibu Muthoharoh, adek-adek dan bapak K.H Huda hudallah sekeluarga yang telah memberikan kasih sayang serta doa dan mengajarkan arti kukuhnya tekat dalam mengarungi kehidupan yang sebenarnya.*
- 2. Terima kasih Dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang tidak bisa kuhitung berapa banyaknya barokah dan do'anya.*
- 3. Semua teman-teman Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang angkatan 2014 yang telah mendukung dan memberikan motivasi dalam pembuatan Tugas Akhir ini.*
- 4. Almamaterku.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul. **“Analisis Filter Keramik Berpori Berbentuk Tabung Berbasis Zeolit Alam Dan Arang Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Partikel Pada Air Sumur”**. Dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu baik sebelum penyusunan, selama penyusunan maupun setelah penyusunan. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Helmy Purwanto, ST.,MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang dan Dosen Wali Teknik Mesin Angkatan 2014.
2. Bapak Dr. S.M. Bondan Respati, ST.,MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang dan Dosen pembimbing I.
3. Bapak Mohamad Dzulfikar,S.T., M.T., Selaku dosen pembimbing 2.
4. Bapak Darmanto, ST., M.Eng., Selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Semua teman-teman Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang. yang telah menyepor dalam menyelesaikan laporan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Semarang 22 April 2019  
Penulis  
  
Mohammad Hisyam Ali

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN UJIAN/REVISI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Batasan Masalah .....	4
I.4 Tujuan Penelitian .....	4
I.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
II.1 Tinjauan Pustaka .....	6
II.2 Pengertian Air .....	8
II.2.1 Persyaratan Kualitas Air.....	8
II.2.2 Pembagian Air .....	9
II.3 Proses Pengolahan Air .....	11
II.3.1 Sifat Filter .....	11
II.4 Prinsip Dasar Keramik .....	13

II.5 Sintering .....	14
II.6 Zeolit .....	16
II.6.1 Zeolit Alam .....	17
II.6.2 Zeolit Sintetik .....	18
II.6.3 Sifat Kimia Dan Fisika .....	18
II.6.4 Struktur Kristal Zeolit .....	21
II.6.5 Struktur Bangun Zeolit .....	23
II.7 Arang Tempurung Kelapa .....	25
II.8 Pembuatan keramik .....	26
II.8.1 Proses Pembuatan Keramik .....	27
II.8.2 Macam Macam Keramik .....	28
II.8.3 Alat Dan Pembentukan keramik.....	29
II.9 Pembentukan Keramik .....	29
II.10 Pengertian TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	30
II.11 Susut Pemanasan .....	31
II.12 Densitas .....	32
II.13 Porositas .....	33
II.14 Uji ICP ( <i>Inductively Coupled Plazma</i> ) .....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
III.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	35
III.2.1 Alat Penelitian .....	35
III.2.2 Bahan Penelitian .....	42
III.3 Pengolahan Bahan Baku Keramik dan Arang Tempurung Kelapa .....	43
III.4 Karakterisasi .....	46
III.4.1 Susut Pemanasan .....	46
III.4.2 Densitas .....	47
III.4.3 Porositas .....	48
III.4.4 Uji Kandungan kualitas Air Hasil Penyaringan .....	48



III.5 Uji Laju Aliran Air .....	59
III.6 Uji TDS Air .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
IV.1 Pengujian Susut Pemanasan .....	51
IV.2 Pengujian Densitas .....	52
IV.3 Pengujian Porositas .....	54
IV.4 Pengujian Laju Aliran Air .....	56
IV.5 Pengujian TDS .....	57
IV.6 Pengujian Uji Kandungan Air .....	59
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>61</b>
V.1 Kesimpulan .....	61
V.2 Saran .....	62
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Pertumbuhan Ikatan Mikrostruktur Antar Partikel Keramik Selama Proses <i>Sinter</i> .....	15
Gambar II.2 Struktur Kimia Zeolit .....	16
Gambar II.3 Struktur <i>Stereotip Clinopilolite</i> .....	22
Gambar II.4 <i>Secondary Building Unit</i> (SBU) Dalam Kerangka Zeolit .....	23
Gambar II.5 Beberapa Struktur Zeolit. (A) Sodalit; (B) Zeolit A; (C) Zeolit Faujasit .....	24
Gambar II.6 Struktur Zeolit Y .....	24
Gambar II.7 Struktur Chabazite .....	25
Gambar II.7 Gambar Arang Tempurung Kelapa .....	26
Gambar III.1 Timbangan digital .....	35
Gambar III.2 Ayakan .....	36
Gambar III.3 Cetakan spesimen .....	37
Gambar III.4 Alat pres .....	38
Gambar III.5 Alat pemanas ( <i>Naberthem</i> ).....	39
Gambar III.6 Jangka sorong .....	39
Gambar III.7 Alat pengaduk .....	40
Gambar III.8 Mortar dan stamper .....	41
Gambar III.9 Benang .....	41
Gambar III.10 Plat kayu persegi panjang .....	42
Gambar III.11 TDS meter .....	42
Gambar III.12 Diagram alir proses perlakuan .....	45
Gambar III.13 Material keramik .....	46

Gambar III.14 Penimbangan material keramik .....	47
Gambar III.15 Material keramik didalam air .....	48
Gambar III.16 Alat Uji Kandungan Kualitas Air ICP-OES. ....	49
Gambar III.17 Pengujian laju alairan air .....	49
Gambar III.18 Pengujian TDS .....	50
Gambar IV.1 Grafik susut pemanasan .....	52
Gambar IV.2 Grafik densitas .....	54
Gambar IV.3 Grafik porositas .....	55
Gambar IV.4 Grafik pengujian laju kecepatan aliran air .....	57
Gambar IV.5 Grafik pengujian TDS .....	58
Gambar IV.5 Diagram Uji Kandungan air .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Contoh zeolit alam yang umum ditemukan .....	17
Tabel III.1 Variasi komposisi zeolit dan arang tempurung kelapa .....	43
Tabel IV.1 Hasil pengujian susut volume dan susut massa .....	51
Tabel IV.2 Hasil pengujian <i>bulk</i> densitas dan archimides densitas .....	53
Tabel IV.3 Hasil pengujian porositas .....	55
Tabel IV.4 Hasil pengujian laju aliran air .....	56
Tabel IV.5 Hasil pengujian TDS .....	58
Tabel IV.6 Hasil Uji Kandungan Air .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Perhitungan susut volume .....	65
Lampiran Tabel hasil perhitungan susut volume .....	70
Lampiran Perhitungan susut massa .....	71
Lampiran Tabel hasil perhitungan susut massa .....	72
Lampiran Perhitungan <i>bulk</i> densitas .....	73
Lampiran Tabel hasil perhitungan <i>bulk</i> densitas .....	74
Lampiran Perhitungan archimides densitas .....	75
Lampiran Tabel hasil perhitungan aechimides densitas .....	76
Lampiran Perhitungan porositas .....	77
Lampiran Tabel hasil perhitungan porositas .....	78
Lampiran Perhitungan Penekanan Press .....	79
Lampiran Tabel hasil Uji ICP ( <i>Inductively Coupled Plasma</i> )	

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

No	Lambang	Nama	Satuan
1	TDS	<i>Total Dissolved Solids</i>	Ppm
2	$\Delta V$	Susut Pemanasan Volume	%
3	$\Delta M$	Susut Pemanasan Massa	%
4	$\rho$	Densitas	g/cm <sup>3</sup>
5	$\Phi$	Porositas	%
6	Vs	Volume Tanpa Porositas Pada Keramik	cm <sup>3</sup>
7	Vt	Volume Sampel Sesudah Dipanaskan	cm <sup>3</sup>
8	ppm	<i>part per million</i>	mg/L
9	Mt	Massa Sampel Sesudah Dipanaskan	Gram
10	Ma	Massa Sampel Didalam Air	Gram
11	AD	<i>Archimedes Density</i>	g/cm <sup>3</sup>
12	BD	<i>Bulk Density</i>	g/cm <sup>3</sup>
13	Vo	Volume Sampel Sebelum Dipanaskan	cm <sup>3</sup>
14	d	Diameter	Cm
15	T	Temperatur	°C

## ABSTRAK

*Keramik berpori merupakan keramik yang mempunyai pori-pori dengan distribusi ukuran tertentu dengan porositas yang relatif tinggi. Membran keramik berpori mulai meningkat penggunaannya yang bagus tahan terhadap panas dengan kekuatan yang stabil. Penggunaan keramik berpori ini semakin meningkat dengan pengaplikasian sebagai penyaring atau filter. Tetapi harga membran keramik begitu mahal dikarenakan terbuat dari bahan yang mahal. Sedangkan arang tempurung kelapa yang banyak dijumpai mempunyai kemampuan daya serap (absorpsi) yang baik. Penelitian ini menghadirkan campuran bahan zeolit alam dan arang tempurung kelapa untuk dibuat membran dengan harga murah. Campuran dari zeolit alam dan arang tempurung kelapa dapat dipakai sebagai membran karena sifatnya yang unik secara fisika, kimia dan bersifat adsorben terhadap cairan. Zeolit alam dari Semarang, Indonesia diusulkan dan arang tempurung kelapa. Pembakaran keramik berpori pada suhu 900°C. Pada penelitian ini porositas, laju aliran air dan nilai TDS keramik berpori berbentuk tabung diteliti. Pengukuran densitas dan porositas menggunakan metode Archimedes (ASTM C20). Pengujian laju aliran air dan pengujian nilai TDS (Total Dissolved Solid). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak campuran arang tempurung kelapa maka semakin besar nilai porositas, semakin cepat laju aliran air dan semakin kecil nilai TDS air. Fenomena ini disebabkan oleh rongga atau pori-pori yang banyak didalam material keramik karena adanya arang tempurung kelapa yang terbakar pada saat proses sintering.*

**Kata kunci:** Zeolit, Arang Tempurung Kelapa, Sifat Fisik

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan makhluk hidup. Sumber daya tersebut sangat dibutuhkan untuk kebutuhan sehari-hari. Air terdapat 2 jenis, yaitu air bersih dan air kotor (keruh). Air bersih merupakan jenis air yang bermutu baik dan dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi ataupun melakukan aktifitas sehari-hari. Dan sebagaimana telah kita ketahui bahwa air kotor atau air keruh merupakan jenis air yang tidak bersih dan tidak sehat, dan air kotor itu ada di beberapa daerah atau tempat.

Salah satu daerah yaitu di desa Tambak Gojoyo Kecamatan Bonang Kabupaten Demak, Jawa Tengah yang kebanyakan masih menggunakan air sumur untuk kebutuhan sehari-hari. Tidak sedikit air yang berasal dari sumur ialah air yang berjenis air keruh (kotor). Untuk menyiasatinya masyarakat lalu menggunakan alat penyaring air yang dibuat sendiri dengan ember sebagai tempat penyaringan lalu di dalam ember diisi oleh pasir halus, batu kali, batu krikil, arang aktif dari sekam padi dan tempurung kelapa. Tetapi alat tersebut ada beberapa kelemahan diantaranya ialah harus melakukan pergantian bahan karena tidak bisa dipakai kembali jika sudah kotor. Maka dari itu penulis ingin membuat bahan filter yang bisa dipakai.

Zeolit alam ditemukan melimpah dan tersebar di beberapa daerah di pulau Jawa dan Sumatra. Dalam dasawarsa ini para peneliti menjadikan zeolit sebagai mineral serbaguna. Zeolit adalah satu mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi. Zeolit banyak digunakan sebagai *adsorbent*, penukar ion dan sebagai katalis. Kondisi zeolit yang begitu melimpah dan dapat digunakan sebagai *adsorbent* serta penukar ion dengan struktur penyusun yang sebagian besar banyak mengandung silika menyebabkan zeolit dapat dijadikan bahan dasar dalam pembuatan keramik berpori yang digunakan sebagai media filter air (Sandra, 2014).



Keramik berpori merupakan keramik yang mempunyai pori-pori dengan distribusi ukuran tertentu dengan porositas yang relatif tinggi. Secara luas keramik berpori telah digunakan untuk keperluan insulasi termal dan sebagai bahan bangunan. Akan tetapi, penggunaan keramik berpori ini semakin meningkat dengan pengaplikasian sebagai filter atau penyaring contohnya filter air limbah, filter minyak, filter udara, filter bahan bakar, dan filter air minuman dan lain-lain. Keramik berpori memiliki keunggulan antara lain : tahan terhadap suhu tinggi, keras dan kuat untuk menahan tekanan pada saat proses filtrasi, tahan terhadap kontamina bahan kimia, tahan terhadap korosi, mempunyai masa pemakaian yang cukup lama dan dapat dibersihkan (Sandra, 2014).

Filter adalah alat yang digunakan untuk menyaring air menjadi lebih jernih, bebas kuman, tidak berbau, dan layak untuk dikonsumsi, komponen yang ada pada filter adalah tawas, yang berfungsi untuk membunuh kuman dan bakteri pada air, dan karbon aktif yang berfungsi untuk menghilangkan bau, warna, dan rasa tidak sedap pada air. Dengan keberadaan semua komponen tersebut, air yang tadinya bermasalah akan menjadi layak untuk dikonsumsi. Media yang umum dijumpai pada filter air diantaranya pasir silika, karbon aktif, pasir mangan, zeolit dan resin, tetapi kekurangan dari filter air ini adalah membutuhkan banyak waktu untuk membersihkannya dan rutin mengganti komponen-komponen yang ada didalam tabung filter tersebut dengan yang baru atau kurang efisien.

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85% – 95 % karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya mengalami karbonisasi dan tidak teroksidasi, selain digunakan sebagai bahan bakar, arang juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). (Margono, 2010) Arang tempurung kelapa adalah salah satu bahan berkualitas baik untuk dijadikan bahan baku arang aktif. Karbon aktif adalah suatu bahan berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (absorpsi) yang baik. Pembuatan

karbon aktif berlangsung dalam tiga tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi. Aktivasi merupakan suatu proses yang menyebabkan perubahan fisik pada permukaan karbon melalui penghilangan hidrokarbon, gas-gas, dan air dari permukaan tersebut sehingga permukaan karbon semakin luas dan berpori. Sehingga akan lebih mudah menyerap zat-zat lain. (Asbahani, 2013).

Pada penelitian sebelumnya dengan judul pengaruh arang tempurung kelapa terhadap sifat fisik, mampu alir dan kemurnian air pada keramik berpori berbasis zeolit alam, didapatkan hasil berupa keramik berpori yang dapat digunakan sebagai filter air bersih (Nuha, 2017).

Untuk itu, dalam penelitian kali ini akan menganalisis suatu filter keramik berpori berbentuk tabung dengan menggunakan bahan zeolit dan arang tempurung kelapa yang kemudian akan melewati proses penekanan dengan tekanan tertentu dan di *sintering* dengan suhu *sinteringnya*. Sifat keporian dari bahan filter yang dibuat diperoleh dari bahan keramik itu sendiri setelah melewati proses *sintering*. Pengujian keramik berpori dapat dilakukan berupa pengujian densitas dan pengujian porositas. Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui ukuran kerapatan material keramik sedangkan porositas untuk mengetahui ukuran dari ruang kosong diantara material atau pori-pori material keramik.

Hasil dari pembuatan keramik tersebut dapat dipakai untuk filter air bersih untuk mengurangi kadar logam yang terkandung dalam air. Diharapkan hasil air tersebut dapat dikonsumsi tanpa takut adanya kelebihan kandungan logam yang ada dalam air tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian pada latar belakang, maka perlu dikaji dan dianalisa tentang pembuatan filter keramik menggunakan bahan zeolit dan arang tempurung kelapa dengan suhu *sintering* untuk memunculkan sifat keporiannya. Sehingga rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dari keramik berpori berbasis zeolit dengan penambahan arang tempurung kelapa ?
2. Bagaimana mampu alir air dan kemurnian air yang disaring menggunakan keramik berpori berbasis zeolit dan arang tempurung kelapa ?
3. Bagaimana kandungan unsur didalam air yang disaring menggunakan keramik berpori berbasis zeolit alam dan arang tempurung kelapa ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini yang menjadi batasan masalah adalah:

1. Penelitian ini hanya sampai pada pembuatan material keramik berbentuk tabung serta pengujian susut massa, susut volume, densitas, porositas dan uji ICP.
2. Penelitian ini hanya untuk mengetahui kandungan partikel yang terdapat didalam air sumur sebelum dan sesudah disaring.
3. Penelitian ini tidak sampai kondisi air yang layak minum.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui prosentase penggunaan arang tempurung kelapa, susut massa, susut volume, densitas dan porositas pada bahan material keramik berpori berbasis zeolit dan arang tempurung kelapa.
2. Untuk mengetahui laju aliran air dan nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) pada air dengan hasil saringan keramik berpori berbentuk tabung berbasis zeolit dan arang tempurung.
3. Untuk mengetahui kandungan unsur didalam air, sebelum disaring dan sesudah disaring menggunakan saringan keramik berpori berbasis zeolit dan arang tempurung kelapa.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk:

1. Studi awal untuk mengetahui fungsi bahan aktif zeolit pada membran keramik berpori berbasis zeolit dan arang tempurung.
2. Memberikan ilmu cara pembuatan material keramik dengan bahan aktif zeolit dan arang tempurung kelapa melalui suhu *sintering*.
3. Mengurangi kandungan logam yang terdapat pada air.
4. Mengetahui laju aliran air.
5. Mengetahui nilai TDS (*Total Dissolved Solid*).
6. Mengetahui nilai-nilai unsur didalam air setelah dan sesudah disaring.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **II.1 Tinjauan Pustaka**

Sandra dkk, (2014), meneliti tentang Pengaruh Suhu *Sintering* Terhadap Densitas dan Porositas Pada Membran Keramik Berpori Berbasis Zeolit, Tanah Lempung, Arang Batok Kelapa, dan *Polyvinylalcohol* (PVA), dan menghasilkan 1. Pemakaian aditif dengan suhu *sintering* tinggi dapat terjadi penurunan densitas sebesar 0,853 gr/cm<sup>3</sup> hingga 0,752 gr/cm<sup>3</sup> dan penambahan porositas sebesar 21,186% hingga 23,287%. 2. Banyaknya aditif dan suhu *sintering* yang digunakan dapat mempengaruhi banyaknya pori yang dihasilkan oleh membran. 3. Suhu *sintering* optimal pada membran keramik berpori untuk absorpsi logam berat Fe yaitu pada suhu 400°C yang dapat menurunkan kandungan logam berat pada air tanah dari konsentrasi 3,8014 ppm hingga 0,2802 ppm.

Nuha, (2017), meneliti tentang pengaruh arang tempurung kelapa terhadap sifat fisik, mampu alir dan kemurnian air pada keramik berpori berbasis zeolit alam, dan menghasilkan 1. semakin banyak campuran arang tempurung kelapa maka semakin besar nilai porositas. 2. semakin cepat laju aliran air dan semakin kecil nilai tds air. fenomena ini disebabkan oleh banyaknya rongga atau pori-pori didalam material keramik dikarenakan arang tempurung kelapa yang terbakar dari proses *sintering*.

Saputra dkk (2016), meneliti tentang Pengaruh Suhu *Sintering* Terhadap Densitas Dan Porositas Pada Keramik Berpori Berbasis Zeolit, dan menghasilkan 1. Pengujian densitas dilakukan dua pengujian yaitu pengujian *bulk* densitas dan pengujian archimedes densitas, dari kedua pengujian tersebut diketahui bahwa nilai pengujian archimedes densitas lebih besar dari *bulk* densitas. Hasil pengujian *bulk* densitas pada suhu *sintering* 700, 750, 800, 850 dan 900°C secara berurut yaitu 1,22; 1,24; 1,25; 1,25 dan 1,43 g/cm<sup>3</sup> sedangkan pada archimedes densitas pada suhu *sintering* 700, 750, 800, 850 dan 900°C secara berurut yaitu 2,21; 2,22; 2,23; 2,24 dan 2,38 g/cm<sup>3</sup>. 2. Dari hasil pengujian porositas diketahui semakin

tinggi suhu *sintering* maka dapat menurunkan nilai porositas pada material tersebut. Nilai porositas tertinggi pada suhu *sintering* 700°C adalah 44,78% dan terkecil pada suhu *sintering* 900°C adalah 40,06% dan hasil keseluruhan pengujian porositas dari suhu *sintering* 700, 750, 800, 850 dan 900°C secara berurut yaitu 44,78; 44,21; 44,06; 43,99 dan 40,06%. Dari hasil perhitungan dan analisa diketahui densitas dan porositas berbanding terbalik yaitu semakin tinggi nilai densitas maka semakin rendah nilai porositasnya. 3. Dari hasil pengujian kecepatan kapiler diketahui pada suhu *sintering* 700, 750, 800, 850 dan 900°C secara berurut yaitu 2,30; 2,32; 2,38; 3,37 dan 5,31 mm/menit. Semakin tinggi suhu *sintering* maka semakin tinggi kecepatan kapiler pada material keramik tersebut. 4. Dari hasil pengujian kekerasan *Microhardness Vickers* diketahui pada suhu *sintering* 700, 750, 800, 850 dan 900°C secara berurut yaitu 29,54; 33,36; 28,82; 34,52 dan 49,54 VHN.

Sebayang dkk, (2009), meneliti tentang Pembuatan Bahan Filter Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam Dan Arang Sekam Padi, dan menghasilkan 1. Komposisi optimum untuk menghasilkan bahan filter keramik berpori adalah pada komposisi 40% arang sekam padi, 60% zeolit dengan suhu *sintering* 1000°C. 2. Pada komposisi tersebut diperoleh nilai densitas = 2,16 g/cm<sup>3</sup>, susut bakar = 35,94%, porositas = 66,05%, penyerapan air = 31,10%, kuat patah = 7,47 MPa, kuat tekan = 4,38 MPa dan koefisien ekspansi termal =  $5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . 3. Analisis XRD menunjukkan bahwa zeolit yang digunakan mempunyai fasa *Mordenite* ( $\text{Na}_8[\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}]24\text{H}_2\text{O}$ ) struktur kristal orthorombik dan *Clinoptilolite* ( $\text{Na}_6[\text{Al}_6\text{Si}_{36}\text{O}_{72}]24\text{H}_2\text{O}$ ) dengan struktur monoklinik. Pada komposisi 40% arang sekam padi dan 60% zeolit yang *disinter* pada suhu 1000°C, terjadi perubahan fase menjadi *Mullite* ( $3\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ ) dengan struktur kristal orthorombik, sedangkan *fase minor* adalah *Tridimite* ( $\text{SiO}_2$ ) dengan struktur kristal monoklinik. 4. Dari analisis mikrostruktur dengan menggunakan SEM pada keramik berpori dengan komposisi 40% arang sekam padi dan 60% zeolit yang *disinter* pada suhu 1000°C diperoleh bentuk partikel tidak beraturan, berkisar antara 1–10 µm dan ukuran pori bisa mencapai 20 mikron.

## II.2. Pengertian Air

Air merupakan molekul kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini, terutama fungsinya yang sangat vital adalah untuk diminum (Slamet, 2009). Air terdiri dari atom H dan O. Sebuah molekul air terdiri dari satu atom O yang berikatan kovalen dengan dua atom H. Molekul air yang satu dengan molekul air lainnya bergabung dengan satu ikatan hidrogen antara atom H dengan atom O dari molekul air yang lain. Adanya ikatan hidrogen inilah yang menyebabkan air mempunyai sifat-sifat yang khas (Achmad, 2004).

Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air), dan gas (uap air). Air adalah satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Air merupakan substansi kimia dengan rumus kimia  $H_2O$  : satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau pada kondisi standar (Allafa, 2008).

### II.2.1 Persyaratan Kualitas air

Menurut Kusnaedi (2010), persyaratan fisik air yaitu:

a. Tidak berwarna

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih, air yang berwarna berarti air tersebut telah mengandung bahan-bahan berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan jika dikonsumsi. Menurut Permenkes RI No 416 tahun 1990, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk air bersih yaitu 50 TCU.

b. Temperaturnya normal

Air yang baik harus memiliki temperatur sama dengan temperatur udara ( $20-26^{\circ}C$ ). Air yang sudah tercemar mempunyai temperatur di atas atau di bawah temperatur udara. Menurut Permenkes RI No 416 tahun 1990, temperatur air yang baik adalah suhu udara  $\pm 3^{\circ}C$ .

c. Rasanya tawar

Secara fisika, air bisa dirasakan oleh lidah. Air yang terasa asam, manis, pahit, atau asin menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tidak baik. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.

d. Tidak berbau

Air yang baik adalah air yang apabila dicium tidak menimbulkan bau baik dicium pada jarak dekat maupun jauh. Air yang berbau busuk mengandung bahan organik yang sedang mengalami penguraian (*dekomposisi*) oleh mikroorganisme air.

e. Jernih atau tidak keruh

Air yang keruh disebabkan oleh adanya koloid-koloid dari bahan tanah liat yang terkandung di dalam air tersebut. Semakin banyak kandungan koloid maka air tersebut akan semakin keruh. Menurut Permenkes RI Nomor 416 tahun 1990, kekeruhan yang diperbolehkan di dalam air bersih adalah 25 NTU.

f. Tidak mengandung zat padatan

Air minum yang baik tidak diperbolehkan mengandung padatan, meskipun air tersebut jernih namun jika mengandung padatan yang terapung maka air tersebut tidak baik digunakan sebagai air minum. Total zat padatan terlarut (TDS) yang diperbolehkan di dalam air minum adalah 500 mg/L menurut Permenkes RI Nomor 492 tahun 2010.

## II.2.2 Pembagian Air

Menurut Gabriel (2001), pembagian air berdasarkan analisis yaitu:

1. Air kotor/air tercemar

Air yang bercampur dengan satu atau berbagai campuran hasil buangan disebut air tercemar/air kotor. Sumber air tercemar/air kotor ini dapat dibagi menjadi dua jenis menurut lokasi pencemarannya yaitu:

- a. Air tercemar di pedesaan dengan sumber pencemar adalah hasil sampah rumah tangga, hasil kotoran hewan dan hasil industri kecil.



- b. Air tercemar di perkotaan yang bersumber dari hasil sampah rumah tangga, pusat perbelanjaan, industri kecil, industri besar, hotel, restaurant dan tempat keramaian.

Air tercemar/air kotor tersebut mengandung bahan pencemar yang dapat menurunkan kualitas air. Jumlah bahan pencemar pada air tergantung pada tingkat kemajuan masyarakat. Makin modern suatu masyarakat, maka akan semakin bervariasi bahan cemarannya. Masyarakat desa, umumnya bahan cecaran berupa feses (kotoran manusia), urin, kotoran hewan, lumpur, pestisida, pupuk, sabun, detergen, sedangkan masyarakat kota, umumnya bahan cecaran berupa sampah industri (kulit, kertas, bahan farmasi, pengalengan susu, daging, dan buah-buahan, bumbu masak, oli bekas dan lain-lain), sampah perhotelan (sisa makanan), sampah restaurant (sisa makanan), sampah dari tempat cuci mobil dan lain-lain.

## 2. Air bersih

Air bersih adalah air yang sudah terpenuhi syarat fisik, kimia, namun bakteriologi belum terpenuhi. Air bersih ini diperoleh dari sumur gali, sumur bor, air hujan, air dari sumber mata air.

Secara umum dapat dikatakan penggunaan air bersih sebagai berikut:

- a. Untuk diolah menjadi air siap minum
- b. Untuk keperluan keluarga (cuci, mandi)
- c. Sarana pariwisata (air terjun)
- d. Pada industri (sarana pendingin)
- e. Sebagai bahan pelarut (dalam bidang farmasi/kedokteran)
- f. Pelarut obat-obatan dan infus (apabila air telah diolah menjadi air steril)
- g. Sebagai sarana irigasi
- h. Sebagai sarana peternakan
- i. Sebagai sarana olahraga (kolam renang)

## 3. Air siap diminum/air minum

Air siap diminum/air minum ialah air yang sudah terpenuhi syarat fisik, kimia, bakteriologi serta level kontaminasi (LKM) (*Maximum Contaminant*

*Level*). Level kontaminasi maksimum meliputi sejumlah zat kimia, kekeruhan dan bakteri koliform yang diperkenankan dalam batas-batas aman, lebih jelas lagi bahwa air siap minum/air minum yang berkualitas harus memenuhi syarat.

## **II.3 Proses Pengolahan Air**

### **II.3.1 Filter**

Filter merupakan proses pemisahan antara padatan/koloid dengan suatu cairan. Untuk penyaringan air olahan yang mengandung padatan dengan ukuran seragam dapat digunakan saringan medium tunggal, sedangkan untuk penyaringan air yang mengandung padatan dengan ukuran yang berbeda dapat digunakan tipe saringan multi medium (Riza, 2013). Digunakannya media filter atau saringan karena merupakan alat filtrasi atau penyaring memisahkan campuran solida liquida dengan media porous atau material porous lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin padatan tersuspensi yang paling halus. Dan penyaringan ini merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*). Dikarenakan juga karena air olahan yang akan disaring berupa cairan yang mengandung butiran halus atau bahan-bahan yang larut dan menghasilkan endapan, maka bahan-bahan tersebut dapat dipisahkan dari cairan melalui filtrasi. Apabila air olahan mempunyai padatan yang ukuran seragam maka saringan yang digunakan adalah single medium. Jika ukuran beragam maka digunakan saringan dual medium atau three medium. Pada pengolahan air baku dimana proses koagulasi tidak perlu dilakukan, maka air baku langsung dapat disaring dengan saringan jenis apa saja termasuk pasir kasar. Karena saringan kasar mampu menahan material tersuspensi dengan penetrasi partikel yang cukup dalam, maka saringan kasar mampu menyimpan lumpur dengan kapasitas tinggi. Karakteristik filtrasi dinyatakan dalam kecepatan hasil filtrat. Masing-masing dipilih berdasarkan pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya, yakni menghasilkan filtrat yang murah dan berkualitas. Filter penyaring terdiri dari pipa berbentuk lonjong dengan tinggi 60 cm dan diameter 7,5 cm, serta dilengkapi dengan sebuah valve di bawah.

Untuk media penyaring digunakan pasir silika, kerikil, arang, zeolit halus, zeolit kasar, karbon aktif, dan ijuk.

Dimana masing-masing bahan tersebut memiliki fungsi masing-masing, yaitu:

- a. Kerikil: berfungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran besar pada air dan membantu proses aerasi
- b. Ijuk: berfungsi sebagai penyaring kotoran halus pada air
- c. Arang: berfungsi untuk menghilangkan bau dan rasa pada air
- d. Pasir: untuk mengendapkan kotoran halus yang belum tersaring
- e. Pasir Silika: adalah jenis pasir yang mengandung mineral ( $\text{SiO}_2$ )

Beberapa bahan buatan yang dapat digunakan untuk menyaring air adalah sebagai berikut:

- a. Klorin tablet digunakan untuk membunuh kuman, virus, dan bakteri yang hidup di dalam air.
- b. Pasir aktif biasanya berwarna hitam dan digunakan untuk menyaring air sumur bor dan sejenisnya.
- c. Resin *softener* berguna untuk menurunkan kandungan kapur dalam air.
- d. Resin kation biasa digunakan untuk industri air minum, baik usaha air minum isi ulang maupun Pabrik Air Minum Dalam Kemasan (PAMDK).
- e. Pasir zeolit berfungsi untuk penyaringan air dan mampu menambah oksigen dalam air.
- f. Pasir mangan berwarna merah dan digunakan untuk menurunkan kadar zat besi atau logam berat dalam air.
- g. Pasir silika digunakan untuk menyaring lumpur, tanah, dan partikel besar atau kecil dalam air dan biasa digunakan untuk penyaringan tahap awal.
- h. Karbon aktif atau arang aktif adalah jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat menyerap kotoran dalam air.

## II.4 Prinsip Dasar Keramik

Keramik didefinisikan sebagai senyawa padat yang dibentuk oleh adanya pemanasan dan tekanan (*pressure*) yang terdiri setidaknya satu unsur logam dengan dua unsur padatan bukan logam atau gabungan paling sedikit dua unsur non metalik dan logam. Keramik adalah salah satu pilihan untuk memenuhi kebutuhan membran yang mempunyai sifat tertentu yang lebih baik karena keramik mempunyai sifat-sifat seperti tahan terhadap temperatur tinggi, tahan secara kimia, keras dan kaku (Sandra, 2014).

Keramik umumnya dapat dibuat dari bahan baku alam dan dapat di proses pembuatannya dengan cara pengendalian proses pembuatan hingga hingga keramik tersebut memiliki sifat yang khas misalnya pada elektromagnetik, biokimia, filter optik dan lainnya. Kekuatan keramik dipengaruhi oleh bahan campuran maupun bahan baku utamanya. Kekuatan dan ikatan keramik menyebabkan tingginya titik lebur, kerapuhan, daya tahan terhadap korosi, dan rendahnya konduktivitas termal dan tingginya kekuatan kompresif dari material tersebut. Keramik secara umum dapat ditunjukkan melalui rumus kimia dari senyawa :  $M_a X_c$ ,  $M_b N_c X_d$  dimana M dan N dapat mewakili elemen logam dan X mewakili elemen non logam yang dapat membentuk senyawa stabil dengan logam. Tanda X biasanya diwakili oleh O (oksigen) tetapi boleh juga oleh Cl, C, N dan S. Keramik yang paling biasa misalnya  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , CaO,  $Na_2O$  dan lain-lain (Debora, 2008).

Telah dilakukan pembuatan membran keramik berpori berbasis zeolit alam, arang batok kelapa dan *polyvinyl alcohol* (PVA) dengan komposisi (dalam %wt). Preparasi bahan dilakukan dengan cara giling menggunakan *ball mill*, sehingga diperoleh serbuk yang lolos ayakan. Serbuk-serbuk tersebut dicampur dengan komposisi zeolit 75%wt, tanah lempung 15%wt, arang batok kelapa 5%wt dan *polyvinyl alcohol* 5%wt serta menambahkan air dengan perbandingan 2:3, kemudian dicampur hingga rata agar menjadi adonan yang homogen. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan kompor selama 2 jam dan dicetak menggunakan cetakan (*die*) berdiameter 2,5 cm dan kompaktor hidrolik. Proses

*sintering* menggunakan *furnace* dengan temperatur 300°C, 400°C dan 500°C dengan lama penahanan 2 jam pada masing-masing temperatur. Dari hasil pembuatan membran keramik berpori dapat diketahui bahwa pembentukan pori dan kerapatan dari membran keramik dipengaruhi oleh temperatur *sintering*. Semakin tinggi temperatur *sintering* yang digunakan semakin rendah kerapatannya dari 0,853 gr/cm<sup>3</sup> hingga 0,752 gr/cm<sup>3</sup>, dan semakin tinggi porositas dari 21,19% hingga 23,29% (Sandra, 2014).

## II.5 Sintering

Proses *sintering* merupakan proses pemadatan material serbuk dengan cara membentuk ikatan batas butir antara serbuk penyusunannya. Ikatan antar butir terjadi akibat pemanasan dengan atau tanpa penekanan dan temperatur *sintering* diatur dibawah temperatur leleh dari partikel penyusunnya. Proses pemanasan biasanya dilakukan selama 8 hingga 24 jam (Fayed dan Otten, 1997)

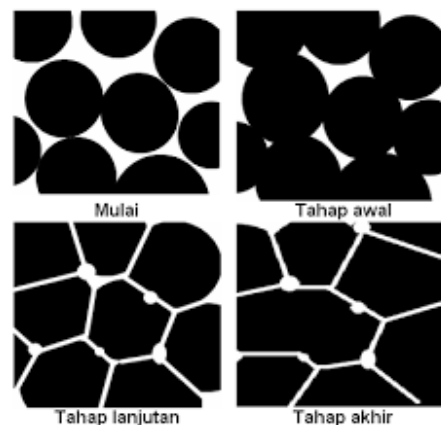
Pada proses *sinter*, benda padat terjadi karena terbentuk ikatan ikatan antar partikel. Panas menyebabkan bersatunya partikel dan efektivitas reaksi tegangan permukaan meningkat dengan perkatan lain, proses *sinter* menyebabkan bersatunya partikel sedemikian rupa sehingga kepadatan bertambah. Selama proses ini terbentuklah batas-batas butir, yang merupakan tahap permulaan rekristalisasi. Disamping itu, gas yang ada menguap dan temperatur *sinter* umumnya berada dibawah titik cair unsur serbuk utama selama proses *sinter* terjadi perubahan dimensi, baik berupa pengembangan maupun penyusutan tergantung pada bentuk dan distribusi ukuran partikel serbuk, komposisi serbuk, prosedur *sinter* dan tekanan pemampatan (German 1994).

Beberapa tahapan proses terjadi selama *sinter*, tahapan tersebut pada umumnya mengacu pada perubahan fisik ketika proses pembentukan ikatan antar partikel berlangsung. Tahapan *sinter* diuraikan sebagai berikut:

- a. Tahap awal (*Initial Stage*), secara umum ditandai dengan penyusunan kembali formasi leher, yang meliputi penyusunan kembali partikel dan formasi leher awal dititik kontak antar partikel, penyusunan kembali

formasi partikel setelah mengalami pergerakan untuk meningkatkan jumlah titik kontak dan pada akhirnya membentuk ikatan pada titik kontak tersebut, dengan pergerakan material terjadi dengan energi permukaan tinggi (German 1994).

- b. Tahap kedua (*Intermediate Stage*), pertumbuhan leher terus berlanjut, yang diikuti dengan pertumbuhan butir dan pertumbuhan pori. Perubahan fisik selama tahap kedua adalah sebagai berikut pertumbuhan leher antar partikel, porositas menurun atau berkurang, pusat partikel bergerak semakin dekat secara bersama-sama, penyusutan setara dengan jumlah berkurangnya porositas, batas butir mulai berpindah sehingga butir mulai bertumbuh, terbentuknya saluran yang saling berhubungan (*continuous Channel*) dan berakhir ketika porositas terisolasi. Penyusutan secara maksimal terjadi pada tahap kedua (German 1994).
- c. Tahap terakhir (*Final Stage*) ditandai dengan hilangnya struktur pori dan munculnya batas butir. Perubahan fisik selama tahap akhir meliputi porositas mengalami pergerakan terakhir dan pertumbuhan butir terjadi. Ilustrasi tahapan awal dan tahapan kedua dapat dilihat pada Gambar II.1.

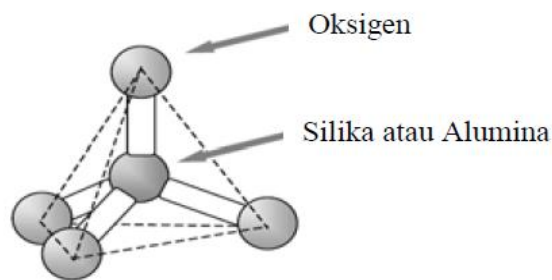


Gambar II.1 Pertumbuhan ikatan mikrostruktur antar partikel keramik selama proses *sinter* (diadopsi dari German 1994)

## II.6 Zeolit

Zeolit adalah mineral Kristal alumina silica berpori terhidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbentuk dari tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$ . Kedua tetrahedral di atas dihubungkan oleh atom-atom oksigen, menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang di dalamnya diisi oleh atom-atom logam biasanya logam-logam alkali atau alkali tanah dan molecular air yang dapat bergerak bebas (Breck,1974; Chetam, 1992; Scot et al., 2003).

Umumnya, struktur zeolit adalah suatu polimer anorganik berbentuk tetrahedral unit  $\text{TO}_4$ , dimana T adalah ion  $\text{Si}^{4+}$  atau  $\text{Al}^{3+}$  dengan atom O berada diantara dua atom T, seperti ditunjukkan pada Gambar II.2.



Gambar II.2 Struktur kimia zeolit (Haag, 1984)

Struktur zeolit memiliki rumus umum  $M_{x/n} [(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y] \cdot w\text{H}_2\text{O}$ , dimana:

1.  $M$  adalah kation alkali atau alkali tanah
2.  $n$  adalah jumlah fareasi kation
3.  $w$  adalah bayaknya molekul air per satuan unit sel
4.  $x$  dan  $y$  adalah angka total tetrahedral per satuan unit sel

nisbah  $y/x$  biasanya bernilai 1 sampai 5, meskipun ditemukan juga zeolit dengan nisbah  $y/x$  antara 10 sampai 100 (Bekkum *et al.*, 1991). Dewasa ini dikenal dua jenis zeolit, yakni zeolit alam dan zeolit sintetis.

### II.6.1 Zeolit alam

Zeolit alam ditemukan dalam bentuk mineral dengan komposisi yang berbeda, terutama dalam nisbah Si/Al dan jenis logam yang menjadi komponen minor, seperti diperlihatkan dalam tabel II.1.

Tabel II.1 Contoh zeolit alam yang umum ditemukan (Subagjo, 1992)

No.	Zeolit Alam	Komposisi
1	Analsim	$\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
2	Kabasit	$(\text{Na}_2, \text{Ca})_6(\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}) \cdot 40\text{H}_2\text{O}$
3	Klinoptilotit	$(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
4	Erionit	$(\text{Na}, \text{Ca}_5\text{K})(\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
5	Ferrierit	$(\text{Na}_2\text{Mg}_2)(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
6	Heulandit	$\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
7	Laumonit	$\text{Ca}(\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
8	Mordenit	$\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
9	Filipsit	$(\text{Na}, \text{K})_{10}(\text{Al}_{10}\text{Si}_{22}\text{O}_{64}) \cdot 20\text{H}_2\text{O}$
10	Natrolit	$\text{Na}_4(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
11	Wairakit	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batuan-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogy memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin (Lestari, 2010). Sebagai produk alam, zeolit alam diketahui memiliki komposisi yang sangat bervariasi, namun komponen utamanya adalah silika dan alumina. Disamping komponen utama ini, zeolit juga mengandung berbagai unsur mineral, antara lain Na, K, Ca (Bogdanov *ea al.*, 2009), Mg, dan Fe (Akimkhan, 2012).

Terlepas dari aplikasinya yang luas, zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, diantaranya mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya kurang baik. Keberadaan pengotor-pengotor tersebut



dapat mengurangi aktivitas dari zeolit. Untuk memperbaiki karakter zeolit alam sehingga dapat digunakan sebagai katalis, adsorben, atau aplikasi lainnya, biasanya dilakukan aktivasi dan modifikasi terlebih dahulu (Mockovciakova *et al.*, 2007)

### **II.6.2 Zeolit Sintetik**

Zeolit sintetik adalah zeolit yang dibuat secara rekayasa yang sedemikian rupa sehingga didapatkan karakter yang lebih baik dari zeolit alam. Prinsip dasar produksi zeolit sintetik adalah komponennya yang terdiri dari silica dan alumina, sehingga dapat disintesis dari berbagai bahan baku yang mengandung kedua komponen di atas. Komponen minor dalam zeolit juga dapat ditambahkan dengan mudah menggunakan senyawa murni, sehingga zeolit sintetik memiliki komposisi yang tetap dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

### **II.6.3 Sifat Kimia dan Fisika**

Zeolit dalam keadaan murni tidak berwarna, kristal beberapa mineral zeolit sangat transparan sehingga sulit melihatnya dalam batuan. Sejumlah pengotor menyebabkan zeolit berwarna. Warna tersebut akan bervariasi tergantung pada banyaknya kejadian yang terjadi pada proses pembentukannya (Breck, 1974: 308).

Zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator dengan sifat-sifat meliputi:

#### **1. Sifat dehidrasi (melepaskan molekul H<sub>2</sub>O)**

Apabila dipanaskan, pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut. Tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Kristal zeolit normal mengandung molekul air yang berkoordinasi dengan kation penyeimbang. Pada keadaan ini kation akan berpindah posisi, sering kali menuju tempat dengan bilangan koordinasi lebih rendah. Zeolit terdehidrasi merupakan bahan pengering (*drying agents*) yang sangat baik. Penyerapan air akan membuat

kation kembali menuju keadaan koordinasi tinggi. Disini molekul H<sub>2</sub>O seolah-olah mempunyai posisi yang spesifik dan dapat dikeluarkan secara reversible.

## 2. Zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul

Adsorpsi terjadi pada permukaan pori membran. Partikel zeolit memiliki tiga tipe pori, yaitu *macropore* dan *micropore* (masing-masing dengan ukuran >50 nm dan <2 nm). Di antara keduanya terdapat *mesopore*. *Macropore* merupakan jalan masuk ke dalam partikel menuju *micropore*. *Macropore* tidak berkontribusi terhadap besarnya luas permukaan membran zeolit. Sebaliknya, *micropore* adalah penyebab besarnya luas permukaan membran zeolit. *Micropore* tersebut sebagian besar terbentuk selama proses aktivasi. Pada *micropore* inilah sebagian besar peristiwa adsorpsi terjadi.

Proses adsorpsi terjadi melalui tiga tahap, yaitu:

- a. *Macro transport*: pergerakan material organik melalui sistem *macropore* membran zeolit.
- b. *Micro transport*: pergerakan material organik melalui sistem *mesopore* dan *micropore* dari membran zeolit.
- c. *Sorption*: melekatnya material organik pada permukaan membran zeolit, yaitu di permukaan *macropore*, *mesopore* dan *micropore*.

Ini karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi. Zeolit yang terdehidrasi akan mempunyai struktur pori terbuka dengan *internal surface area* besar sehingga kemampuan mengadsorb molekul selain air semakin tinggi. Ukuran cincin dari jendela yang menuju rongga menentukan ukuran molekul yang dapat teradsorb. Sifat ini yang menjadikan zeolit mempunyai kemampuan penyaringan yang sangat spesifik yang dapat digunakan untuk pemurnian dan pemisahan. *Chabazite* (CHA) merupakan zeolit pertama yang diketahui dapat mengadsorb dan menahan molekul kecil seperti asam formiat dan metanol tetapi tidak dapat menyerap *benzena* dan molekul yang lebih besar. Selain itu zeolit juga

dapat digunakan sebagai adsorben zat warna brom dan untuk pemucatan minyak sawit mentah.

Zeolit yang digunakan sebagai penyaring molekular tidak menunjukkan perubahan cukup besar pada struktur kerangka dasar pada dehidrasi walaupun kation berpindah menuju posisi dengan koordinasi lebih rendah. Setelah dehidrasi, zeolit-A dan zeolit lainnya sangat stabil terhadap pemanasan dan tidak terdekomposisi dibawah 700 °C. Volume rongga pada zeolit-A terdehidrasi adalah sekitar 50% dari volume zeolit.

### 3. Zeolit sebagai katalis

Berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Pusat-pusat aktif tersebut terbentuk karena adanya gugus fungsi asam tipe Bronsted maupun Lewis. Perbandingan kedua jenis asam ini tergantung pada proses aktivasi zeolit dan kondisi reaksi. Pusat-pusat aktif yang bersifat asam ini selanjutnya dapat mengikat molekul-molekul basa secara kimiawi. Tidak semua katalis zeolit menggunakan prinsip deionisasi atau bentuk asam. Sifat katalisis juga dapat diperoleh dengan mengganti ion  $\text{Na}^+$  dengan ion lantanida seperti  $\text{La}^{3+}$  atau  $\text{Ce}^{3+}$ . Ion-ion ini kemudian memosisikan dirinya sehingga dapat mencapai kondisi paling baik yang dapat menetralkan muatan negatif yang terpisah dari tetrahedral Al pada kerangka. Pemisahan muatan menghasilkan *gradien* medan elektrostatis yang tinggi di dalam rongga yang cukup besar untuk mempolarisasi ikatan C-H atau mengionisasi ikatan tersebut sehingga reaksi selanjutnya dapat terjadi. Efek ini dapat diperkuat dengan mereduksi Al pada zeolit sehingga unit  $[\text{AlO}_4]$  terpisah lebih jauh. Tanah jarang sebagai bentuk tersubstitusi dari zeolit-X menjadi katalis zeolit komersial pertama untuk proses *cracking petroleum* pada tahun 1960an. Akan tetapi katalis ini telah digantikan oleh Zeolit-Y yang lebih stabil pada suhu tinggi. Katalis ini menghasilkan 20% lebih banyak petrol (gasolin) daripada zeolit-X.

Cara ketiga penggunaan zeolit sebagai katalis adalah dengan menggantikan ion  $\text{Na}^+$  dengan ion logam lain seperti  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^{2+}$  atau  $\text{Pt}^{2+}$  dan kemudian mereduksinya secara *in situ* sehingga atom logam terdeposit di dalam

kerangka zeolit. Material yang dihasilkan menunjukkan sifat gabungan antara sifat katalisis logam dengan pendukung katalis logam (zeolit) dan penyebaran logam ke dalam pori dapat dicapai dengan baik.

Teknik lain untuk preparasi katalis dengan pengemban zeolit melibatkan adsorpsi fisika dari senyawa anorganik volatil diikuti dengan dekomposisi termal.  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  dapat teradsorb pada zeolit-X dan dengan pemanasan hati-hati akan terdekomposisi meninggalkan atom nikel pada rongga. Katalis ini merupakan katalis yang baik untuk konversi karbon monoksida menjadi metana.

Zeolit mempunyai tiga tipe katalis selektif bentuk:

a. Katalis selektif reaktan

Dimana hanya molekul (reaktan) dengan ukuran tertentu yang dapat masuk ke dalam pori dan akan bereaksi di dalam pori.

b. Katalis selektif produk

Hanya produk yang berukuran tertentu yang dapat meninggalkan situs aktif dan berdifusi melewati saluran (*channel*) dan keluar sebagai produk.

c. Katalis selektif keadaan transisi

Reaksi yang terjadi melibatkan keadaan transisi dengan dimensi yang terbatas oleh ukuran pori.

4. Zeolit sebagai penukar ion

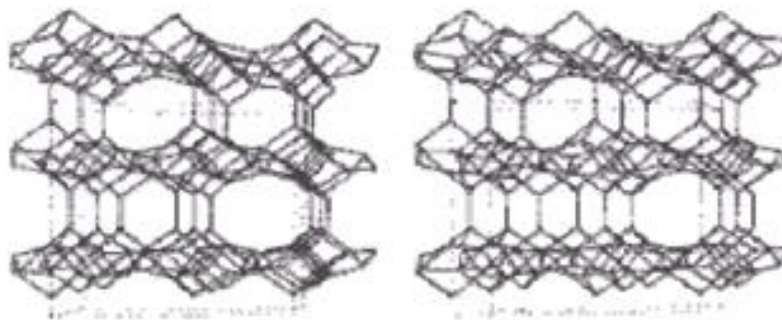
Ini disebabkan karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas di dalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, anion atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak. Beberapa zeolit mempunyai afinitas besar terhadap kation tertentu.

#### II.6.4 Struktur Kristal Zeolit

Seperti halnya mineral kwarsa dan felspar, maka mineral zeolit mempunyai struktur kristal 3 dimensi tetrahedra silikat ( $\text{Si}_4^{-4}$ ) yang biasa disebut

tectosilicate. Dalam struktur ini sebagian silikon (tidak bermuatan atau netral) kadang-kadang diganti oleh aluminium bermuatan listrik, sehingga muatan listrik kristal zeolit tersebut bertambah. Kelebihan muatan ini biasanya diimbangi oleh kation-kation logam K, Na, dan Ca yang menduduki tempat tersebar dalam struktur zeolit alam yang bersangkutan.

Dalam susunan kristal zeolit terdapat dua jenis molekul air, yaitu molekul air yang terikat kuat dan molekul air yang bebas. Berbeda dengan struktur kisi kristal kwarsa yang kuat dan pejal, maka struktur kisi kristal zeolit terbuka dan mudah terlepas. Volume ruang hampa dalam struktur zeolit cukup besar kadang-kadang mencapai 50 Angstrom, sedangkan garis tengah ruang hampa tersebut bermacam-macam, berkisar antara 2A hingga lebih dari 8A, tergantung dari jenis mineral zeolit yang bersangkutan. Dibawah ini struktur *stereotip clinoptilolite* yang menjadi precursor dalam penelitian ini.



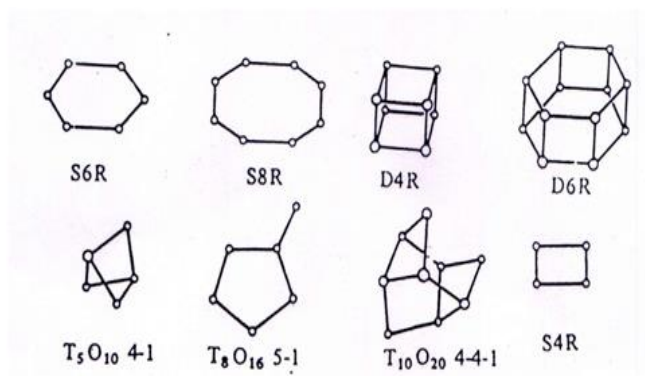
Gambar II.3 Struktur *stereotip clinoptilolite*(guide-prof.blogspot 2011)

Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal inilah yang menjadi dasar penggunaan mineral zeolit sebagai bahan penyaring (*molecular sieving*). Molekul zat yang disaring yang ukurannya lebih kecil dari ukuran garis tengah ruang hampa mineral zeolit dapat melintas, sedangkan yang berukuran lebih besar akan tertahan atau ditolak. Kapasitas atau daya saring mineral zeolit tergantung dari volume dan jumlah ruang hampanya. Makin besar

jumlah ruang hampa, maka makin besar pula daya saring zeolit alam yang bersangkutan.

### II.6.5 Struktur Bangun Zeolit

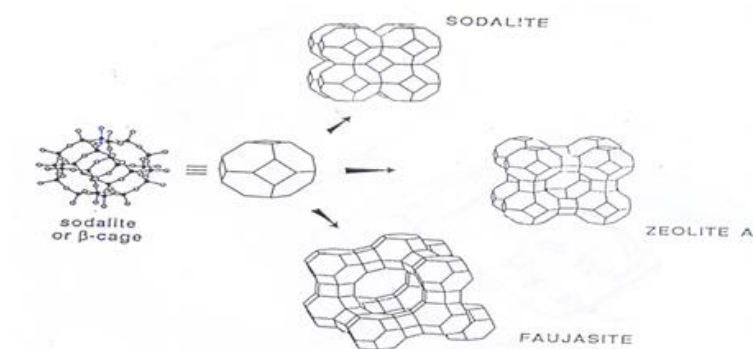
Bentuk dari kerangka zeolit digambarkan sebagai “*Secondary Building Unit*” (SBU), sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar II.4. Dalam SBU ini keberadaan Si atau Al pada masing-masing sudut ditunjukkan dalam bentuk lingkaran, sedangkan atom oksigen yang berada dekat titik tengah garis tidak diperlihatkan (Hamdan, 1992: 5).



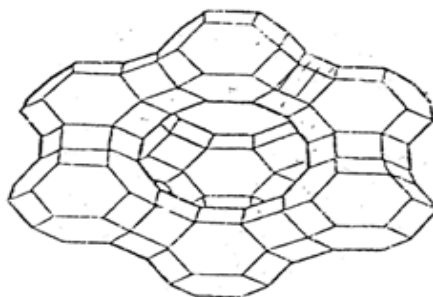
Gambar II.4 *Secondary building unit* (SBU) dalam kerangka zeolit (Breck, 1974)

Unit sodalit ( $\beta$  cage) terdiri dari cincin 6 atau cincin 4 yang bergabung bersama membentuk kuboktahedron (oktahedra terpancung) dan di ilustrasikan dalam Gambar II.5.

Masing-masing sodalit cage terdiri dari 24 rantai tetrahedra. Apabila sodalit cage dihubungkan melalui cincin ganda empat maka akan terbentuk zeolit A, tetapi apabila dihubungkan melalui cincin ganda enam maka terbentuk zeolit X dan zeolit Y (Gambar II.5). Ini menghasilkan bentuk cage yang lebih luas terdiri dari 26 unit tetrahedra (Hamdan, 1992:5-6).



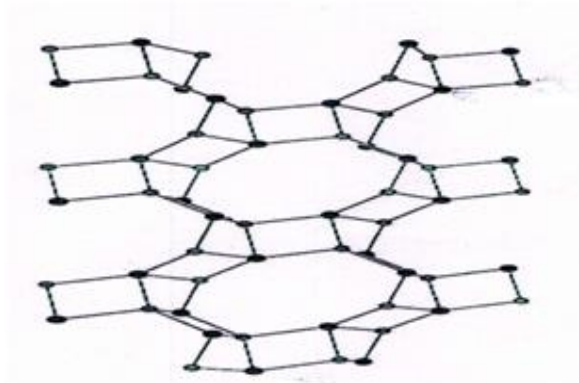
Gambar II.5 Beberapa struktur zeolit. (a) Sodalit; (b) Zeolit A; (c) Zeolit Faujasit  
(Hamdan, 1992)



Gambar II.6 Struktur zeolit Y (Hamdan, 1992)

Dua tipe yang lebih umum dari zeolit P adalah zeolit B atau Pc dengan sistem kristal kubik dan zeolit Pt dengan sistem kristal tetragonal, sistem SBU adalah S4R Tidak ada perbedaan yang mendasar dalam struktur P kubik dan P tetragonal (Breck, 1974: 72).

Struktur dari zeolit ZK-14 (Chabazite) berisi lembaran-lembaran cincin ganda beranggota 6 (D6R) dari tetrahedra yang dihubungkan oleh atom oksigen memberikan susunan kubik (Breck, 1974: 107). Struktur Chabazite dapat dilihat pada Gambar II.7.



Gambar II.7. Struktur chabazite (Dyer, 1988: 1)

Zeolit *Ferririte-Na*, *syn* memiliki sistem kristal kubik. Nama lain zeolit ini adalah *Upsilon*. Namun ada juga zeolit *Ferrierite* yang memiliki sistem kristal ortorombik.

## II.7. Arang Tempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa akan menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Peristiwa tersebut disebut sebagai pirolisis. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga sebagian besar molekul karbon yang kompleks terurai menjadi karbon atau arang. Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada temperatur 150–3000<sup>0</sup> C. Pembentukan arang tersebut disebut sebagai pirolisis primer. Arang dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon. Peristiwa ini disebut sebagai pirolisis sekunder. Makin rendah kadar abu, air, dan zat yang menguap maka makin tinggi pula kadar *fixed* karbonnya. Mutu arang tersebutpun akan semakin tinggi pula (Alabele, 2007).

Arang aktif juga adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat fisika dan kimia karena telah melalui proses aktivasi sehingga daya serap dan luas



permukaannya meningkat (Suhartana, 2011). Arang aktif merupakan adsorben yang memiliki diameter pori-pori yang sangat kecil untuk dapat menyerap gas, sehingga sebagian gas CO<sup>2</sup> yang melewati arang aktif akan terikat dan mengalami gaya tarik-menarik dengan pori-pori arang aktif (Wardhana S., 2001).

Permukaan arang aktif yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif (Hendra, dkk., 2009). Arang aktif selain digunakan sebagai bahan bakar, juga digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini bisa menjadi tinggi jika arang tersebut diaktivasi dengan aktivator bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Iskandar, 2012). Gambar arang tempurung kelapa bisa dilihat pada Gambar II.8.



Gambar II.8. Gambar Arang Tempurung Kelapa

## II.8 Pembuatan Keramik

Dalam pembuatan keramik ada beberapa tahapan dalam pengolahan tanah yaitu dengan cara menyaring tanah untuk memperoleh hasil tanah yang sangat spesifik atau sempurna dimana dalam proses pembuatan keramik nanti tanah mudah atau ulat dalam pembuatannya dan pembentukannya. Dalam pembentukan

tersebut dapat dilakukan atau dibentuk dengan tangan yaitu dipijit (*pinch*), dipilin (*coil*), dilempeng (*slab*), dibentuk dengan putaran tangan/kaki dan mesin *jigger*.

### II.8.1 Proses pembuatan kramik:

#### a. Pengolahan bahan

Tujuan pengolahan bahan – bahan ini adalah untuk mengolah bahan baku dari berbagai bahan yang belum siap dipakai menjadi badan keramik yang sudah siap dipakai. Pengolahan bahan dapat dilakukan dengan metode basah atau kering, dengan cara manual atau masinal. Didalam pengolahan bahan ini ada proses – proses yang dapat dilakukan antara lain, penyaringan pencampuran pengadukan (pencampuran), dan kandungan kadar udara. Pengurangan ukuran bisa dilakukan dengan penumbukan atau penggilingan dengan ballmill. Penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan material dengan ukuran yang tidak seragam. Ukuran butir biasanya menggunakan ukuran mesh. Ukuran yang lazim digunakan adalah 60 – 100 mesh (Sumahamijaya,2009).

#### b. Pembentukan

Tahap pembentukan adalah tahap mengubah bongkahan badan tanah liat plastis menjadi benda – benda yang dikehendaki. Ada tiga keteknikan utama dalam membentuk benda kramik: pembentukan tangan lansung (*handbuilding*), teknik putar (*throwing*), dan teknik cetak (*casting*).

#### c. Pengerinan

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghilangkan air plastis yang terikat pada badan keramik. Ketika badan keramik plastis dikeringkan akan terjadi tiga proses penting: (1) Air pada lapisan antar partikel lempung mendifusi kepermukaan, menguap, sampai akhirnya partikel – partikel saling bersentuhan dan penyusutan berhenti, (2) Air dalam pori hilang tanpa terjadi susut, (3) Air yang terserap pada permukaan partikel hilang.

d. Pembakaran

Pembakaran merupakan inti dari pembuatan keramik dimana proses ini mengubah massa yang padat, keras, dan kuat, pembakaran dilakukan disebuah tungku atau furnace suhu tinggi. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi hasil pembakaran yaitu: suhu *sintering* atau matang, atmosfer tungku dan tentu saja merial yang terlibat (Maggeti, 1982). Selama pembakaran, badan keramik mengalami beberapa reaksi-reaksi penting, hilang atau muncul fase - fase mineral, dan hilang berat (*weight loss*).

Pada proses pemanasan, partikel - partikel bubuk menyatu dan memadat. Proses pemadatan ini menghasilkan objek keramik menyusut hingga 20 persen dari ukuran asli. Tujuan dari proses pemanasan ini adalah untuk membuat struktur internal yang tersusun rapi dan sangat padat (Sumahamijaya, 2009).

e. Pengglasiran

Pengglasiran merupakan tahap yang dilakukan sebelum dilakukan pembakaran glasir. Benda keramik dilapisi glasir dengan cara dicelup, dituang, disemprot, atau dikuas. Untuk benda - benda kecil - sedang pelapisan glasir dilakukan dengan cara dicelup dan dituang, untuk benda - benda yang besar pelapisan dilakukan dengan penyemprot. Fungsi glasir pada keramik adalah untuk menambah keindahan, lebih - lebih kedap udara, dan menambahkan efek - efek yang sesuai keinginan.

## II.8.2 Macam-macam Keramik:

1. Gerabah
2. Tembikar
3. Teracota

### II.8.3 Alat dan Pembentukan Keramik:

1. Alat Pembentukan dengan tangan
2. Alat Pembentukan dengan Putaran
3. Alat Pembentukan dengan cetakan
4. Alat Pembakaran Keramik
5. Alat Pengglasiran

### II.9 Pembentukan Keramik

Pembentukan keramik dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain:

#### a. *Die pressing*

Pada proses ini bahan keramik dihaluskan hingga membentuk bubuk, lalu dicampur dengan pengikat (*binder*) di aduk hingga rata tambahkan air untuk memudahkan pada proses pencampuran setelah bahan tercampur rata kemudian dimasukan ke dalam cetakan dan di tekan dengan tekanan tertentu hingga mencapai bentuk padat yang cukup kuat. Metode ini umumnya digunakan dalam pembuatan ubin, keramik elektronik atau produk dengan cukup sederhana karena metode ini cukup mudah dan murah.

#### b. *Rubber mold pressing*

Metode ini dilakukan untuk menghasilkan bubuk padat yang tidak seragam dan disebut *rubber mold pressing* karena dalam pembuatannya ini menggunakan sarung yang terbuat dari karet. Bubuk dimasukan kedalam sarung karet kemudian dibentuk dalam cetakan hidrolis.

#### c. *Extrusion molding*

Pembentukan keramik pada metode ini melalui lubang cetakan. Metode ini biasa digunakan untuk membuat pipa saluran, pipa reaktor atau material lain yang memiliki suhu normal untuk penampang lintang tetap.

#### d. *Slip casting*

Metode ini dilakukan untuk memperkeras suspensi dengan air dan cairan lainnya, dituang kedalam *plester* berpori, air akan diserap dari daerah kontak kedalam cetakan dan lapisan lempung yang kuat terbentuk.

*e. Injection molding*

Bahan bersifat plastis diinjeksikan dan dicampur dengan bubuk pada cetakan. Metode ini banyak digunakan untuk memproduksi benda-benda yang mempunyai bentuk yang kompleks.

## **II.10. Pengertian TDS (*Total Dissolved Solid*)**

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai *total dissolved solid* (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air, sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya ganggang di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak kelihatan oleh mata telanjang (Situmorang, 2007).

TDS (*Total Dissolved Solid*) atau jumlah total larutan padat yang terkandung dalam air yang kita konsumsi. Setiap air minum selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misal: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan dll), maupun partikel non padatan seperti mikro organisma. Salah satu cara untuk mengukur TDS adalah menggunakan alat yang disebut sebagai TDS meter. Alat ini bisa mengukur berapa jumlah padatan yang terlarut didalamnya dalam satuan ppm (mg/L) yang ditunjukkan berupa angka digital displaynya. Cara kerja alat ini adalah dengan cara mencelupkan kedalam air yang akan diukur (kira-kira kedalaman 5cm) dan secara otomatis alat bekerja mengukur.

Air organik adalah istilah untuk air yang sama sekali tidak mengandung unsur kimia lain selain H<sub>2</sub>O (air) itu sendiri. Unsur kimia lain yang biasa terkandung di dalam air adalah mineral anorganik, seperti *Ferrum*, *Merkuri*, *Alumunium*. Untuk mengukur kadar kemurnian air dari mineral anorganik digunakan TDS meter (*Total Dissolved Solids meter*), yaitu alat untuk mengukur

total zat padat yang terlarut dalam zat cair. Satuan yang digunakan adalah ppm (*part per million*) atau bagian per sejuta.

**Pembagian kategori air menurut total zat padat yang terkandung di dalamnya (TDS) adalah:**

- > 100 ppm : air minum bermineral
- 10 – 100 ppm : air minum
- 1 – 10 ppm : air murni
- 0 ppm : air organik

Akan tetapi kalau hanya TDS yang rendah saja apakah itu sudah segalanya? Tentu tidak. TDS hanyalah salah satu faktor dari terjadinya air yang sehat, disamping itu masih ada banyak faktor lainnya yang menentukan apakah air itu sehat atau tidak. Jika hanya TDS saja yang menentukan sehat dan tidaknya air minum kita, maka air hujan itu adalah baik sebab TDS air hujan adalah dibawah 0,05 ppm.

## II.11 Susut Pemanasan

Pengukuran susut pemanasan dilakukan pada sampel uji silinder berongga. Susut pemanasan ini terdiri dari dua bagian yaitu:

- a. Susut pemanasan volume adalah perbandingan perubahan volume ( $\Delta V$ ) dengan volume sampel sebelum dilakukan proses pemanasan, seperti terlihat pada Persamaan (II.1)

$$\% \text{ susut pemanasan volume} = \frac{V_o - V_t}{V_o} \times 100 \% \dots\dots\dots (II.1)$$

Dimana:

$V_o$  = Volume sampel sebelum dipanaskan ( $\text{cm}^3$ )

$V_t$  = Volume sampel sesudah dipanaskan ( $\text{cm}^3$ )

Pada penelitian kali ini spesimen keramik berbentuk tabung dengan diameter  $\emptyset$  luar 43 mm, diameter dalam 22 mm dan tinggi 43 mm. Untuk

memudahkan menghitung volume keramik dapat menggunakan rumus seperti Persamaan (II.2)

$$\text{Volume} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \dots\dots\dots (II.2)$$

Dimana:

$d$  = Diameter spesimen keramik (cm)

$t$  = Tinggi dari spesimen keramik (cm)

- b. Susut pemanasan massa adalah perbandingan perubahan massa ( $\Delta m$ ) dengan massa sampel sebelum dilakukan pemanasan ( $m_0$ ), seperti Persamaan (II.3).

$$\% \text{ susut pemanasan massa} = \frac{m_0 - m_t}{m_0} \times 100 \% \dots\dots\dots (II.3)$$

(Sihite, 2008)

Dimana:

$m_0$  = Massa sampel sebelum dipanaskan (gram)

$m_t$  = Massa sampel sesudah dipanaskan (gram)

Susut pemanasan pada umumnya terjadi akibat hilangnya air karena penguapan dan terjadinya reaksi zat aditif dalam keramik dan butiran kecil menyatu aktif terhadap butiran besar. Kekosongan yang terjadi akan diisi oleh bahan fluks (pelebur), hal inilah yang mungkin dapat menyebabkan berkurangnya massa dan volum sampel.

## II.12 Densitas

Densitas (*density*) adalah properti fisik dari materi yang mengungkapkan hubungan massa terhadap volume. Kerapatan massa atau kerapatan material didefinisikan sebagai massa per satuan volume. Untuk bahan yang berbeda, memiliki densitas yang berbeda pula. Kerapatan massa material bervariasi terhadap suhu dan tekanan. Peningkatan tekanan pada objek akan menurunkan volume objek, sehingga menurunkan nilai densitas terhadap objek tersebut.

a. *Bulk* Densitas

Kerapatan isi (*Bulk Density*) adalah berat persatuan volume keramik lering oven, termasuk ruang pori. Satuan *Bulk* Densitas sangat dipengaruhi oleh porositas keramik. *Bulk Density* keramik dapat dilihat pada Persamaan (II.4)

$$BD = \frac{m_t}{V_t} \dots\dots\dots (II.4)$$

( Berger.B, 2010)

Dimana:

$m_t$  = Massa sampel sesudah dipanaskan (gram)

$V_t$  = Volume sampel sesudah dipanaskan (cm<sup>3</sup>)

b. Archimedes Densitas

Menurut Archimedes jika sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida diangkat ke atas oleh sebuah gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan. Gaya Archimedes dapat dihitung dengan menggunakan Persamaa (II.5):

$$AD = \frac{m_t}{m_t - m_a} \times \rho_{air} \dots\dots\dots (II.5)$$

(Berger.B, 2010)

Dimana:

$m_t$  = Massa sampel sesudah dipanaskan (gram)

$m_a$  = Massa sampel didalam air (gram)

### II.13 Porositas

Porositas adalah ukuran dari ruang kosong di antara material, dan merupakan fraksi dari volume ruang kosong terhadap total volume, yang bernilai antara 0 dan 1, atau sebagai persentase antara 0-100%. Porositas bergantung pada jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori, simentasi, riwayat diagenetik dan komposisinya. Porositas dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (II.6):

$$\% \text{ Porositas} = 1 - \frac{V_s}{V_t} \times 100 \% \dots\dots\dots (II.6)$$

(Berger.B, 2010)



Dimana:

$V_s$  = Volume tanpa porositas pada keramik ( $\text{cm}^3$ )

$V_t$  = Volume sampel sesudah dipanaskan ( $\text{cm}^3$ )

Untuk menghitung volume tanpa porositas dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_s = \frac{m_t - m_a}{\rho_{air}} \dots\dots\dots (II.7)$$


Dimana:

$m_t$  = Massa sampel diudara (gram)

$m_a$  = Massa sampel didalam air (gram)

#### **II.14 UJI ICP (*Inductively Coupled Plasma*)**

ICP adalah alat untuk mengukur kandungan unsur-unsur logam dalam contoh atau sampel dengan menggunakan plazma sebagai sumber energinya. Setiap atom mempunyai bebrapa kemungkinan tingkat energi. ICP dapat digunakan dalam analisis kuantitatif untuk jenis sampel bahan-bahan alam seperti batu, mineral, tanah, termasuk pemurnian dan distribusi analisis elemen air. (Razi 2012).



**HALAMAN INI TIDAK TERSEDIA**

**BAB III DAN BAB IV**

**DAPAT DIAKSES MELALUI**

**UPT PERPUSTAKAAN UNWAHAS**

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari pengujian dan analisa data serta pembahasan Pembuatan filter keramik berpori berbentuk tabung berbasis zeolit alam dan arang tempurung kelapa untuk menurunkan kadar partikel pada air sumur dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pengujian susut pemanasan dilakukan dua pengujian yaitu susut volume dan susut massa. Hasil tertinggi susut volume pada pencampuran arang tempurung kelapa 20% yaitu 24,32% dan pada susut massa 35,29%. Pada pengujian densitas dilakukan dengan dua pengujian yaitu *bulk* densitas dan archimides densitas dengan hasil pengujian archimides densitas lebih besar dibandingkan dengan hasil *bulk* densitas. Hasil tertinggi pada pencampuran arang tempurung kelapa 20% yaitu 2,36%. Sedangkan *bulk* densitas tertinggi pada pencampuran arang tempurung kelapa 0% yaitu 1,54%. Pada pengujian porositas diketahui bahwa nilai porositas tertinggi terjadi pada penambahan arang tempurung kelapa 20% adalah 57,37%. Dari hasil analisa diketahui bahwa semakin tinggi nilai porositas yang dihasilkan maka semakin rendah nilai densitasnya.
2. Pada pengujian laju kecepatan aliran air diketahui bahwa semakin banyak penambahan arang tempurung kelapa maka semakin tinggi laju aliran air yang didapatkan. Hasil laju aliran air tertinggi terdapat pada pencampuran arang tempurung kelapa 20% yaitu 76 ml/menit. Pada pengujian TDS air ini diketahui bahwa semakin banyak campuran arang tempurung kelapa maka semakin baik nilai kemurnian air dan menghilangkan kandungan logam didalam air. Hasil TDS air terbaik terdapat pada pencampuran arang tempurung kelapa 20% yaitu 235 ppm.

3. Hasil pengujian ICP (*Inductively Coupled Plasma*)

Dapat disimpulkan bahwa air yang telah disaring menggunakan keramik berpori berbasis zeolit dan arang tempurung kelapa. Mampu menurunkan nilai-nilai unsur yang terkandung didalam air.

## **V.2 Saran**

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah

1. Dapat memodifikasi ukuran cetakan keramik agar debit air yang dihasilkan semakin besar.
2. Untuk bisa menambahkan zat adiktif lain agar mendapatkan hasil yang lebih baik pada waktu proses penyaringan air dan menghasilkan kemurnian air yang lebih baik.
3. Peneliti selanjutnya dapat meneruskan penelitian ini sampai pada kondisi air yang layak minum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., 2004. *Kimia Lingkungan*. Edisi 1. Yogyakarta. Andi Offset. hlm. 15-16.
- Allafa, 2008. Air Bersih. Diakses dari: <http://www.indoskripsi.com>(diakses: 21 april 2015).
- Alabele., September 2007, *Arang Tempurung Kelapa*, <http://www.alabele.org>, 28 Maret 2008.
- Asbahani., (2013). *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur*, FT, Universitas Tanjungpura.
- Bagdanov, B., D. Geogiev., K. Angelova., and Y. Hristov. 2009. *Synthetic Zeolite and Their Industriean and Environmetal Applications Review*. International Science Conference. Volume IV Natural & Mathematical Science
- Bekkum *et al.*, 1991 V.H. Bekkum, E.M. Flanigen, P.A. Jacobs, J.C. Jansen. *Introduction to Zeolite Science and Practice*. Elsevier, Amsterdam.
- Berger.B., 2010. *The Importance and Testing of Density, Porosity, Permeability, Pore Size for Refractories*, The Southern African Institute of Mining and Metalurgy Refractories.
- Breck, D. W., 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry and Use*. London: John Wiley and Sons. pp. 4.
- Gabriel. J.F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Hipokrates.
- Haag, W. O., R. M. Lago., and P.B. Weisz. 1984. The Active Site of Acidic Aluminosilicate Catalysts. *Nature*. 309. pp 589-591.
- Hamdan, H. 1992. *Introcdution to Zeolites: Synthetis Characterization and modifikasion*. Universiti Teknologi Malaysia, Kualalumpur.
- Hendra, Dj., Pari, G., 2009, *Pembuatan Arang Aktif dari Tandon Kosong Kelapa Sawit*, Buletin Penelitian Hasil Hutan, Jakarta

- Iskandar., 2012. *Analisis Unsur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan Metode Analisis Ultimat (Ultimate Analysis)*, Skripsi-S1, Universitas Haluoleo, Kendari.
- Kusnaedi., 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lestari, D. Y., 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari berbagai Negara*. Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia.
- Mockovciakova, A., M. Matik., Z. Orolinova., P. Hudec., and E. Kmecova., 2007. *Structural Characteristics of Modified Natral Zeolite*. J. Porous Mater. DOI 10.1007 10934-007-9133-3.
- Nuha ulin (2017), Pengaruh arang tempurung kelapa terhadap sifat fisik, mampu alir dan kemurnian air pada keramik berpori berbasis zeolite alam Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Sandra, Karina Okky., 2014. *Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Densitas dan Porositas pada Membran Keramik Berpori Berbasis Zeolit, Tanah Lempung, Arang Batok Kelapa dan Polyvinylalcohol (PVA)*. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negri Jakarta.
- Situmorang, M., 2007. *Kimia Lingkungan*. Medan : FMIPA-UNIMED.
- Slamet, J.S., 2009. *Kesehatan lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Subagjo., 1993. *Zeolit: Struktur dan Sifat-Sifatnya*. Warta Insinyur Kimia 3(7).
- Wardhana, S., 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta.
- Litle\_Razi, 2012, ICP (*Inductively Coupled Plasma*)<http://zaidanairazi.blogspot.com>