

STUDI PEMBUATAN KERAMIK BERPORI BERBASIS CLAY DAN KAOLIN ALAM DENGAN ADITIF ABU SEKAM PADI

Henok Siagian¹ dan Martha Hutabalian²

¹²Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan, Jln. Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221

Diterima 13 Januari 2012, disetujui untuk publikasi 22 Februari 2012

Abstract This research aims to make clay and Pahae natural kaolin based porous ceramic using hull of rice ash as additive and to study the influence of variation of composition of hull of rice additive with clay and Pahae natural kaolin to the characteristics of porous ceramic on sintering temperature 900°C, 1000°C, and 1100°C.

The raw material of this ceramic consists of clay and Pahae kaolin mixing with the addition of hull of rice ash as additive in the percentage 0%, 5%, 10% and 15% and then sintering of each admixture in temperature of 900°C, 1000°C and 1100°C. This aims to get the better admixture by burning and to study whether is there an increasing of physical characteristics of the porous ceramic material, i.e. burning wastage, porosity, density, hardness and XRD (X-Ray Diffraction) analysis.

Based on the results of research indicates that the physical characteristics of clay and Pahae natural kaolin based porous ceramic with hull of rice ash as additive is : the burning waste on sintering temperature 900°C-1100°C is (18.91 – 23.31)%, the porosity value is (27.80 – 56.94)%, density value is (1.33 – 1.71) gr/cm³, hardness value is (8.78 – 12.87) kgf/mm² and the results of XRD analysis indicates that the dominant phase on ceramic is Aluminium Silicate Hydroxide [Al₂Si₂O₅(OH)₄].

Kata kunci:
Keramik berpori, Clay dan Kaolin, Abu sekam padi, Sifat fisik

PENDAHULUAN

Istilah keramik berasal dari bahasa Yunani yaitu *keramos* yang berarti suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Kamus dan ensiklopedi tahun 1950-an mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah, genteng, porselin dan sebagainya. Tetapi saat ini keramik bukan hanya berasal dari tanah liat. Umumnya bahan pembuatan keramik banyak tersedia pada kerak bumi, misalnya SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, dan masih banyak yang lainnya. Keramik mempunyai sifat-sifat yang baik seperti kuat, keras, stabil pada suhu tinggi, dan tidak korosif sehingga cocok digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan. Saat ini, seiring dengan berkembangnya teknologi keramik, keramik tidak hanya dapat dibuat secara tradisional menggunakan tanah liat tetapi telah dapat dibuat dan dibentuk dengan

bermacam-macam cara yang disesuaikan dengan penggunaannya. Berbagai jenis keramik termasuk semen, bata untuk bangunan, bata tahan api dan gelas telah dipergunakan sejak lama sebagai bahan konstruksi bangunan. (Astuti, 1997). Keramik memiliki karakteristik yang memungkinkan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti : kapasitas panas yang baik, konduktivitas panas rendah, tahan korosi, keras, kuat namun agak rapuh. Disamping karakteristik tersebut keramik juga memiliki sifat kelistrikan yang meliputi isolator, semikonduktor, konduktor, bahan superkonduktor, magnetik dan non-magnetik (Tobing, 2009).

Sifat bahan keramik ini sangat tergantung pada ikatan kimianya. Ikatan kovalen memberi sifat dapat mengarah pada kekuatan kristal dan strukturnya lebih rumit dari ikatan logam atau ion. Ikatan kovalen sangat kuat sehingga kristalnya bersifat kuat dan mempunyai titik didih yang tinggi serta

sifat isolator yang baik. Kekuatan dan ikatan keramik menyebabkan tingginya titik lebur, kerapuhan, daya tahan terhadap korosi, rendahnya konduktivitas termal, dan tingginya kekuatan kompresif dari material tersebut. Keramik secara umum dapat ditunjukkan melalui rumus kimia dari senyawa: $Ma Xc$, $Ma Nb Xc$ dimana M dan N dapat mewakili elemen logam dan X mewakili elemen nonlogam 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 , TiC, UO_2 , PbS, dan Mg SiO_3 .

Bahan utama pembuatan keramik berpori yang digunakan dalam penelitian ini adalah Clay, Kaolin, dan aditif abu sekam padi. Komposisi dari Clay adalah Al_2O_3 , CaO, MgO, Fe_2O_3 . Clay mengandung hidratated aluminium silika (Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O) yang berfungsi mempermudah proses pembentukan keramik, mempunyai sifat plastis mudah dibentuk, mempunyai daya ikat bahan baku tidak plastis, dan juga dicampur dengan kuarsa yang merupakan bentuk lain dari silika (SiO_2) yang bertujuan untuk mengurangi susut kering sehingga dapat mengurangi retak-retak dalam pengeringan, mengurangi susut waktu dibakar dan mempertinggi kualitas, merupakan rangka selama pembakaran. Sebagai pengikat keramik berpori dari bahan dasar Clay digunakan kaolin. Kaolin merupakan massa batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah, dan umumnya berwarna putih dan agak keputihan. Kaolin mempunyai komposisi hidrous aluminium silikat ($2H_2O.Al_2O_3.2SiO_2$), dengan disertai mineral penyerta. Kaolin dapat digunakan dalam pembuatan keramik, bahan obat, pelapis kertas, cat bangunan, sebagai aditif pada makanan dan pada pasta gigi. Bahan clay dan kaolin dalam penelitian ini diambil dari Desa Simasom Dolok, Aek Sitapean Kecamatan Pahae Kabupaten Tapanuli Utara.

Selain Clay dan kaolin, bahan yang digunakan untuk membuat keramik berpori adalah sekam padi yang digunakan sebagai zat aditif. Pemanfaatan silika sekam padi sebagai sumber bahan baku keramik ditunjang oleh beberapa faktor yang relevan dengan pengembangan keramik berbasis silika. Kelayakan sekam padi sebagai bahan baku alternatif ditunjukkan oleh kandungan silikat (SiO_2) aktif dengan kadar cukup tinggi, yakni 16-20% dari sekam padi. Disamping komponen utama silikat terdapat komponen lain, seperti : CaO, MgO, Al_2O_3 , dan NaO, sehingga dari komposisi kimia sekam padi tersebut dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku keramik berbasis silika.

Penelitian Tobing, (2009) tentang pengaruh aditif abu sekam padi dan suhu sintering terhadap karakteristik keramik berpori dengan bahan dasar Zeolit alam Pahae dengan menggunakan teknik *sintering* pada pembakaran yang dimulai dari suhu $900^{\circ}C$ sampai $1100^{\circ}C$ dengan penambahan aditif 30% diperoleh porositas tertinggi 34,58% untuk suhu sintering $900^{\circ}C$, 22,22% untuk suhu sintering $1000^{\circ}C$ dan 12,33% untuk suhu sintering $1100^{\circ}C$. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi suhu sintering maka porositas akan semakin kecil. Sedangkan untuk suhu sintering yang sama, semakin banyak penambahan komposisi abu sekam padi maka nilai porositas akan semakin besar.

Dari penelitian Sihite (2008) diperoleh bahwa dengan penambahan aditif semakin besar susut volume, densitas, kekerasan dan kuat tekan cenderung menurun sedang massa dan porositas cenderung bertambah. Selanjutnya dalam penelitian Sembiring (1995) sekam padi mengalami keunikan dalam hal pembakaran dengan teknik sintering pada suhu $750^{\circ}C$ sampai $1050^{\circ}C$. Hal ini terjadi pada sifat densitas, porositas, kekerasannya. Pada suhu $950^{\circ}C$ mengalami peningkatan densitas dan kekerasan sedang porositasnya mengalami penurunan.

Permasalahan yang ingin dicari jawabannya dalam penelitian ini adalah : 1)

Bagaimana pengaruh variasi persentase aditif abu sekam padi terhadap karakteristik (sifat fisis) keramik berpori dari bahan dasar clay dan kaolin alam Pahae ? , 2) Bagaimana pengaruh variasi suhu sintering terhadap karakteristik (sifat fisis) keramik berpori berbasis clay dan kaolin alam Pahae ? , 3) Bagaimana struktur kristal keramik yang terbentuk dengan *X-Ray Diffraction* (XRD)?

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Test Pendidikan Teknologi Kimia Industri (PTKI) Medan, dan Pusat Penelitian Fisika-LIPI Serpong, Tangerang Banten. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Clay dan Kaolin Alam Pahae, Abu sekam padi sebagai aditif, dan Aquades.

Tabel 1, Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

No	Nama Alat	Manfaat
1.	Neraca Analitis	Menimbang massa bahan yang digunakan
2.	Furnace	Tempat pembakaran sampel
3.	Cetakan	Mencetak bahan yang akan digunakan
4.	Ayakan 200 mesh	Mengayak bahan dengan kehalusan 200 mesh
5.	Magnetic Stirer	Mengaduk campuran clay, kaolin dan aditif
6.	Mortar	Menggiling/Menghaluskan bahan
7.	Vickers Hardness Tester	Alat uji kekerasan sampel
8.	Jangka sorong	Mengukur diameter dan tebal sampel
9.	Oven	Mengeringkan bahan
10.	XRD	Mengkarakterisasi Keramik

PEMBUATAN KERAMIK BERPORI

a. Pembuatan Aditif

Pembuatan aditif abu sekam padi, yaitu dengan cara : Sekam padi dikeringkan lalu dibakar di dalam furnace hingga suhu 500°C dan ditahan selama 3 jam, kemudian setelah jadi abu diayak dengan ukuran 200 mesh.

b. Persiapan Sampel

Bahan baku keramik berpori yang terdiri dari Clay (Lempung) dan kaolin alam Pahae masih dalam bentuk bongkahan. Bongkahan-bongkahan tersebut digiling sampai halus dengan menggunakan alat mesin penggiling dan untuk menghaluskan digunakan mortar dan pastel kemudian hasilnya diayak dengan ukuran 200 mesh agar butiran bahan memiliki ukuran yang homogen.

c. Pencampuran Bahan

Bahan pembuat keramik yang terdiri dari Clay, kaolin dan abu sekam padi dicampur sekaligus dengan menggunakan *magneticstirer* dan waktu pencampuran adalah 1 jam dengan komposisi seperti berikut :

Tabel 2. Persentase Sampel Bahan Keramik

Sampel	Clay (% berat)	Kaolin (% berat)	Aditif (% berat)
1	50	50	0
2	47,5	47,5	5
3	45	45	10
4	42,5	42,5	15

d. Pembentukan Sampel

Masing-masing komposisi dibuat sebanyak 5 buah sampel yang akan digunakan untuk uji susut bakar, porositas, kuat tekan dan analisa struktur difraksi sinar-X. Sampel ditimbang dengan neraca analitik untuk mengetahui massanya, sedangkan untuk volume dilakukan dengan mengukur tebal dan diameter plat dengan jangka sorong. Alat pencetak yang digunakan yaitu cetakan (molding) berbentuk bulat dengan diameter

30 mm. Masing-masing bahan dimasukkan ke dalam cetakan dan kemudian dipadatkan dengan cara ditekan menggunakan alat hidrolik press sebesar 4 ton selama 5 menit untuk tiap sampel.

Setelah benda uji (sampel) dipress, kemudian dikeringkan di udara bebas selama 7 hari untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada sampel. Hal ini dilakukan guna menghindari kemungkinan sampel melengkung pada saat dibakar. Setelah sampel cukup kering baru dilakukan pembakaran. Pada tahap pembakaran terjadi perubahan fisik dan kimia sampel seperti terjadinya penyusutan karena terlepasnya air hidrat, terbakarnya zat organik, semakin kuat dan padat.

Proses pembakaran adalah sebagai berikut:

1. Furnace dibuka dan sampel uji diletakkan dan disusun dalam mangkok furnace kemudian ditutup.
2. Furnace di-on-kan
3. Mengatur temperatur furnace sehingga dicapai suhu 300°C dengan laju pemanasan 10°C/menit dan temperatur ditahan selama 1 jam untuk menghilangkan kadar air.
4. Kemudian temperatur furnace diatur kembali sampai suhu 900°C, 1000°C, dan 1100°C dengan laju pemanasan 10°C/menit dan temperatur ditahan selama 4 jam.
5. Pendinginan dilakukan dengan penurunan suhu secara perlahan-lahan dan kemudian mematikan arus pada tungku pembakaran sedang tungku pembakaran tetap dalam keadaan tertutup. Proses pendinginan berlangsung selama 48 jam.
6. Tungku pembakaran dapat dibuka kembali setelah sampel menjadi keras.

PENGUJIAN SIFAT FISIS KERAMIK BERPORI

Pengujian yang dilakukan pada sampel ini meliputi susut bakar, porositas, densitas, uji kekerasan, dan analisa struktur dengan difraksi sinar-X.

a. Pengukuran Susut Bakar

Setiap bahan keramik yang telah mengalami proses pembakaran akan mengalami penyusutan, maka sebelum pembakaran terhadap sampel uji dilakukan pengukuran tebal dan diameter dengan menggunakan jangka sorong. Setelah dilakukan pembakaran pada temperatur yang telah ditentukan, tebal dan diameter akhir di ukur kembali untuk memperoleh persentasi penyusutan.

b. Pengukuran Densitas dan Porositas

Pengukuran densitas dilakukan dengan membandingkan massa dan volume sampel setelah dibakar, sedangkan prosedur kerja untuk pengukuran porositas keramik berpori adalah:

1. Sampel dikeringkan agar diperoleh berat konstan. Proses pengeringan dilakukan dengan pembakaran sampel pada temperatur 150°C lalu didinginkan. Kemudian menimbang berat saturasi sampel (D).
2. Sampel diletakkan ke dalam sebuah wadah yang berisi air dan dilakukan proses perendaman selama 24 jam.
3. Setelah perendaman selama 24 jam, sampel diangkat kemudian menimbang kembali berat saturasi sampel (M).
4. Setelah menimbang berat saturasi sampel, kemudian menghitung persentase porositas sampel (A).

c. Uji Kekerasan (*Vickers Hardness Test*)

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi atau terhadap deformasi dari permukaan bahan. Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Vickers Hardness Tester Matsuzawa Seiki Co, LTD.

d. Analisa Struktur dengan Difraksi Sinar X (XRD)

Analisa difraksi sinar-X dilakukan untuk mengetahui perubahan pola difraksi akibat campuran dan penambahan bahan aditif abu sekam padi. Besaran-besaran yang diperlukan adalah letak puncak dan intensitas relatifnya serta data indeks miller untuk mengetahui parameter kisi, struktur kristal dan fasa-fasa yang terbentuk pada

sampel. Semua besaran ini dapat diketahui dengan melihat pola difraksi yang diperoleh dari hasil analisa XRD. Dalam hal ini digunakan sampel dengan komposisi aditif abu sekam padi 5% pada suhu sintering 1100°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

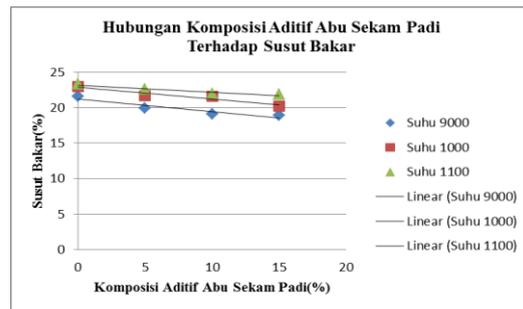
a. Hasil Pengukuran Susut Bakar

Hubungan antara suhu sintering terhadap susut bakar ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 1.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Susut Bakar

Suhu Sintering (°C)	Susut Bakar (%)			
	Abu sekam 0%	Abu sekam 5%	Abu sekam 10%	Abu sekam 15%
900	21,62 ± 0,003	19,92 ± 0,006	19,11 ± 0,006	18,91 ± 0,003
1000	22,98 ± 0,003	21,70 ± 0,003	21,60 ± 0,003	20,20 ± 0,003
1100	23,31 ± 0,004	22,56 ± 0,003	21,95 ± 0,002	20,88 ± 0,003

Data hasil penelitian (tabel 2) menunjukkan bahwa dengan variasi abu sekam padi 0%, 5% , 10%, dan 15% untuk suhu sintering 900°C diperoleh nilai susut bakar masing-masing variasi 21,62%; 19,92%; 19,11% dan 18,91% . Pada suhu sintering 1000°C diperoleh nilai susut bakar masing-masing variasi 22,98%; 21,70%; 21,60% dan 20,20% . Pada suhu sintering 1100°C diperoleh nilai susut bakar masing-masing 23,31%; 22,70%; 21,95% dan 20,88%. Untuk sampel dengan persentase komposisi abu sekam padi yang sama, semakin tinggi suhu sintering maka nilai susut bakar akan semakin besar. Sedangkan untuk suhu sintering yang sama, semakin banyak penambahan komposisi abu sekam padi maka nilai susut bakar akan semakin kecil. Hal ini juga ditunjukkan gambar 1.



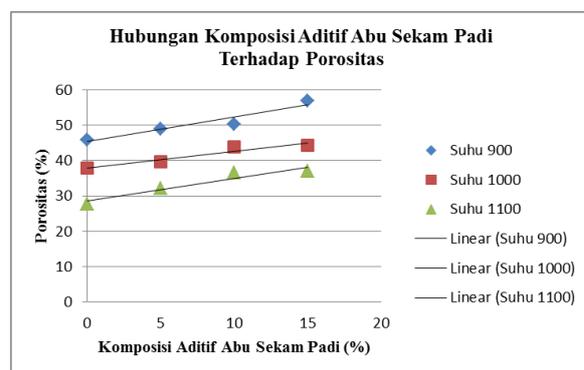
Gambar 1. Hubungan Komposisi Aditif Abu Sekam Padi vs Susut Bakar

b. Hasil Pengukuran Porositas

Kenaikan suhu sintering akan menurunkan porositas yang disertai dengan kenaikan nilai densitas karena butiran-butirannya akan semakin rapat sehingga akan mengurangi celah/pori. Hubungan antara porositas terhadap komposisi bahan aditif ditunjukkan pada tabel 3 dan gambar 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Porositas

Suhu Sintering (°C)	Porositas (%)			
	Abu sekam padi 0%	Abu sekam padi 5%	Abu sekam padi 10%	Abu sekam padi 15%
900	45,8399 ± 0,049	48,9803 ± 0,053	50,2702 ± 0,055	56,9464 ± 0,076
1000	37,8355 ± 0,037	39,5386 ± 0,049	43,7896 ± 0,052	44,3094 ± 0,055
1100	27,8026 ± 0,024	32,2084 ± 0,036	36,4930 ± 0,047	37,0471 ± 0,040



Gambar 3. Hubungan Komposisi Aditif Abu Sekam Padi vs Porositas

Data hasil penelitian (tabel 3) menunjukkan bahwa pada suhu sintering 900°C dengan variasi abu sekam padi 0%,

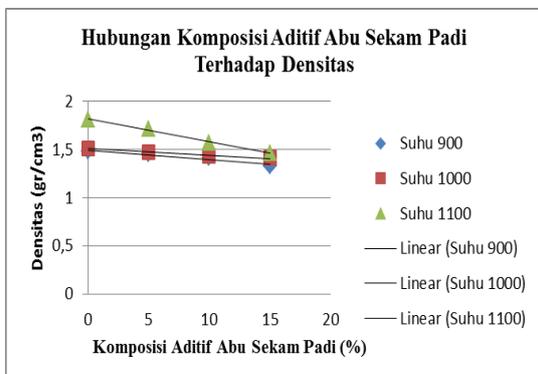
5%, 10% dan 15% diperoleh porositas masing-masing variasi 45,83%; 48,98%; 50,27% dan 56,94%. Pada suhu sintering 1000°C diperoleh porositas masing-masing variasi 44,30%; 43,78%; 39,53% dan 37,83%. Pada suhu sintering 1100°C diperoleh nilai porositas masing-masing variasi 37,04%; 36,49%; 32,20% dan 27,80%. Sampel dengan persentase komposisi abu sekam padi yang sama, semakin tinggi suhu sintering maka porositas semakin kecil. Sedangkan untuk suhu sintering yang sama, semakin banyak penambahan komposisi abu sekam padi maka nilai porositas semakin besar.

c. Hasil Pengukuran Densitas (Rapat Massa)

Hubungan antara suhu sintering terhadap densitas (rapat massa) ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Densitas

Suhu Sintering (°C)	Densitas (gr/cm ³)			
	Abu sekam padi 0%	Abu sekam padi 5%	Abu sekam padi 10%	Abu sekam padi 15%
900	1,4848 ± 0,002	1,4540 ± 0,001	1,4181 ± 0,001	1,3344 ± 0,001
1000	1,5147 ± 0,002	1,4744 ± 0,002	1,4159 ± 0,002	1,4157 ± 0,002
1100	1,7162 ± 0,002	1,8176 ± 0,002	1,5770 ± 0,002	1,1919 ± 0,001



Gambar 4. Hubungan Komposisi Aditif Abu Sekam Padi vs Densitas Pada Suhu Sintering 900°C, 1000°C dan 1100 °C.

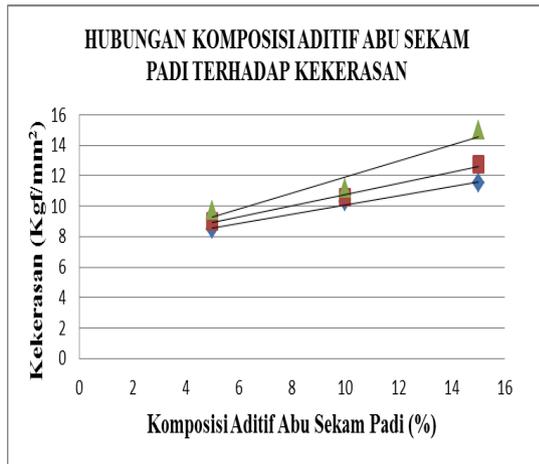
Data hasil penelitian (tabel 4) menunjukkan bahwa pada suhu sintering 900°C dengan variasi abu sekam padi 0%, 5%, 10% dan 15% diperoleh rapat massa masing-masing variasi 1,48%; 1,45%; 1,41% dan 1,33%. Pada suhu sintering 1000°C diperoleh rapat massa masing-masing variasi 1,51%; 1,47%; 1,41% dan 1,41%. Pada suhu sintering 1100°C diperoleh rapat massa masing-masing variasi 1,71%; 1,81%; 1,57% dan 1,19%. Sampel dengan komposisi abu sekam padi yang sama, semakin tinggi suhu sintering maka nilai rapat massa semakin besar. Sedangkan untuk suhu sintering yang sama, semakin banyak penambahan komposisi abu sekam padi maka nilai rapat massa semakin kecil.

d. Hasil Pengukuran Kekerasan

Hubungan antara suhu sintering terhadap kekerasan ditunjukkan pada tabel 5 dan gambar 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kekerasan

Suhu Sintering (°C)	Kekerasan (kgf/mm ²)		
	Abu sekam padi 5%	Abu sekam padi 10%	Abu sekam padi 15%
900	8,512 ± 0,268	9,018 ± 0,131	9,697 ± 0,201
1000	10,27 ± 0,278	10,58 ± 0,390	11,15 ± 0,193
1100	11,53 ± 0,060	12,72 ± 0,756	14,96 ± 0,653



Gambar 5. Hubungan Komposisi Aditif Abu Sekam Padi vs Kekerasan

Data hasil penelitian (tabel 5) menunjukkan bahwa pada suhu sintering 900°C dengan variasi abu sekam padi 0%, 5%, 10% dan 15% diperoleh nilai kekerasan masing-masing variasi 8,7844 kgf/mm² ; 9,1170 kgf/mm² ; 9,5390 kgf/mm² dan 9,5587 kgf/mm². Pada suhu sintering 1000°C diperoleh nilai kekerasan masing-masing variasi 10,5663 kgf/mm² ; 10,8762 kgf/mm² ; 10,8762 kgf/mm² dan 11,1175 kgf/mm². Pada suhu sintering 1100°C diperoleh nilai kekerasan masing-masing variasi 11,5073 kgf/mm² ; 11,6482 kgf/mm²; 11,9793 kgf/mm² dan 12,8776 kgf/mm².

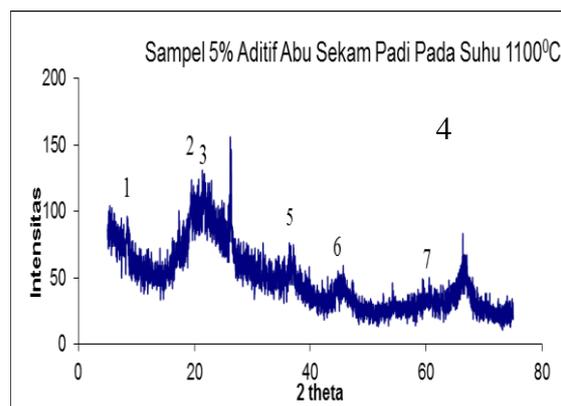
Dari hasil pengukuran kekerasan dengan alat *microhardness* menunjukkan kecenderungan perubahan yang semakin meningkat terhadap peningkatan suhu sintering. Dengan meningkatnya suhu sintering rapat massa yang didapat semakin tinggi.

e. Hasil Pengujian XRD (X-Ray Diffraction)

Berikut ini pola difraksi sinar-X dari bahan keramik diuji dengan XRD :

Tabel 6. Hasil Analisa XRD Sampel Pada Suhu Sintering 1100°C (47,5% Clay ; 47,5% Kaolin dan 5% Aditif Abu Sekam Padi)

No.	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	FWHM [°2Th.]	Area [cts*°2 Th.]	Background [cts]	Height [cts]
1	8.4153	10.50737	36.63	0.3149	8.81	62	28.36
2	19.3887	4.57822	77.91	0.4723	28.1	46	60.31
3	21.5779	4.11843	90.47	0.4723	32.63	46	70.04
4	26.3067	3.38787	100	0.1968	15.03	44	77.41
5	36.8382	2.43994	34.47	0.9446	24.86	31	26.68
6	45.4652	1.99502	28.81	1.8893	41.57	21	22.31
7	60.0429	1.54088	19.01	1.8893	27.43	19	14.72
8	66.5811	1.40339	45.94	1.92	91.03	17	35.56



Gambar 6. Pola XRD 5% aditif abu sekam padi pada suhu sintering 1100°C.

Tabel 7. Fasa-fasa yang terbentuk setiap puncak pada sampel 5% Suhu Sintering 1100°C

No	Pos [°2Th]	d-spacing [Å]	Fasa yang Terbentuk	h	k	L
1	8.4153	10.50737	(KAl ₃ SiAl ₂ O ₁₀ (OH) ₄ ·4H ₂ O) Pottassium Aluminium Silicate Hydroxide Hydrate	0	0	1
2	19.3887	4.57822	(KAl ₃ SiAl ₂ O ₁₀ (OH) ₄ ·4H ₂ O) Pottassium Aluminium Silicate Hydroxide Hydrate	1	1	0
3	21.5779	4.11843	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ Aluminium Silicate Hydroxide	1	1	1
4	26.3067	3.38787	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ Aluminium Silicate Hydroxide	1	1	1

5	36.8382	2.43994	SiO ₂ Silicon Oxide	1	1	0
6	45.4652	1.99502	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ Aluminium Silicate Hydroxide	2	0	3
7	60.0429	1.54088	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ Aluminium Silicate Hydroxide	3	1	3
8	66.5811	1.40339	SiO ₂ Silicon Oxide	3	0	0

Dari analisa difraksi sinar-X keramik berpori dengan komposisi abu sekam padi 5 % pada suhu sintering 1100°C untuk sudut 2θ mulai dari 0° sampai 70° terbentuk 8 fasa pada sampel, dimana fasa yang dominan adalah *Aluminium Silicate Hydroxide* (Al₂Si₂O₅(OH)₄) dengan struktur orthorhombik yang memiliki parameter kisi a = 5,14 Å, b = 8,93 Å, c = 7,37 Å, α = β = γ = 90°.

Setelah dilakukan pengurutan secara manual melalui metode intensitas relatif tertinggi, dan dapat disesuaikan dengan kartu standar JCPDS (*Joint Commite of Powder Diffraction Standard*) dapat juga diketahui bahwa tipe sampel adalah tipe *Kaolinite*.

Pembahasan

a. Pengujian Susut Bakar

Dari tabel 2 untuk pengukuran susut bakar keramik berpori dapat dilihat bahwa apabila suhu sintering meningkat maka nilai susut bakarnya juga akan meningkat, hal ini sesuai dengan fenomena proses sinter yaitu terjadi proses densifikasi, pengurangan jumlah pori dan ukuran pori disertai terjadinya penyusutan, karena butiran-butirannya akan semakin rapat sehingga akan mengurangi celah/pori yang disebabkan juga adanya pertumbuhan butir pada proses sintering sehingga membentuk batas butir yang sempurna. Semakin banyak *impurities* (zat pengotor) yang hilang pada suhu sintering yang makin tinggi maka butiran semakin padat sehingga susut bakar semakin meningkat.

b. Pengujian Porositas

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa apabila semakin besar suhu sintering yang diberikan maka nilai porositas yang diperoleh akan semakin kecil oleh karena adanya *densifikasi* (pemadatan) pada sampel yang berbanding lurus dengan suhu sintering, tetapi untuk suhu sintering yang sama semakin besar aditif abu sekam padi yang diberikan maka nilai porositas yang diperoleh juga akan semakin besar karena aditif abu sekam padi dapat mengakibatkan pengurangan celah/pori pada proses pembakaran. Hal ini disebabkan karena penambahan abu sekam padi berfungsi untuk menyerap suhu sintering dan memecahkan ikatan-ikatan partikel-partikel serta mengurangi susut bakar pada proses sintering sehingga dapat meningkatkan celah/pori pada saat pembakaran.

c. Pengujian Densitas

Hubungan densitas (rapat massa) terhadap suhu sintering pada grafik dan tabel dapat dilihat bahwa densitas meningkat dengan adanya peningkatan suhu sintering. Hal ini disebabkan terjadinya *densifikasi* (pemadatan) di antara partikel-partikelnya sehingga ikatan yang terbentuk semakin kuat dan porositasnya semakin kecil akibat pemadatan atau pemampatan serta volume benda uji akan semakin berkurang (terjadi penyusutan), dan juga senyawa *impurities* (pengotor) yang terkandung dalam clay, kaolin dan abu sekam padi mulai lepas sehingga celah/pori akan semakin berkurang. Bertambahnya suhu sintering akan meningkatkan densitas. Semakin besar kandungan aditif abu sekam padi, maka densitasnya akan semakin kecil, tetapi apabila suhu sintering yang diberikan makin tinggi maka densitas yang diperoleh juga makin besar.

d. Pengujian Kekerasan

Dari hasil pengukuran kekerasan dengan alat *Vickers Hardness* menunjukkan kecenderungan perubahan yang semakin meningkat terhadap peningkatan suhu

sintering. Dengan meningkatnya suhu sintering rapat massa akan semakin tinggi, hal ini disebabkan karena terjadinya pemadatan diantara partikel-partikel sehingga ikatan yang terbentuk semakin kuat dan kekerasannya akan semakin meningkat. Nilai kekerasan maksimum diperoleh pada suhu 1100°C sebesar 12,87 kgf/mm² pada aditif 15%. Sedangkan nilai minimum diperoleh pada suhu 900°C sebesar 8,78 kgf/mm² dengan aditif 0%.

e. Pengujian XRD

Hasil analisa struktur mikro menggunakan alat *X-Ray diffraction* (XRD) untuk sampel dengan komposisi aditif sekam padi 5% pada suhu sintering 1100°C fasa-fasa yang terbentuk antara lain, ($KAl_4SiAl_8O_{10}OH_4 \cdot 4H_2O$) Pottassium Aluminium Silicate Hydroxide Hydrate, $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ Aluminium Silicate Hydroxide, dan SiO_2 Silicon Oxide.

Kesimpulan

Dari data studi pembuatan keramik berpori berbasis Clay dan kaolin alam Pahae dengan aditif abu sekam padi disimpulkan bahwa :

1. Variasi campuran komposisi abu sekam padi berpengaruh terhadap karakteristik keramik berpori, dimana penambahan persentase komposisi abu sekam padi dari 0%, 5%, 10% dan 15% mengakibatkan meningkatnya porositas dan sifat mekanik keramik, sedangkan densitas dan susut bakar mengalami penurunan.
2. Temperatur sintering dalam pembuatan keramik berpori berpengaruh terhadap sifat fisis keramik. Peningkatan temperatur sintering dari 900°C, 1000°C dan 1100°C menyebabkan peningkatan densitas, susut bakar, kuat tekan dan kekerasan, sedangkan porositas mengalami penurunan. Hasil penelitian menunjukkan nilai densitas (1,91-1,71) gr/cm³, porositas (27,80-56,94)%, susut bakar (18,91-23,31)% , dan kekerasan (8,78-12,87) kgf/mm².

3. Hasil analisa struktur keramik berpori dengan metode XRD pada campuran 5% abu sekam padi untuk temperatur sintering 1100°C diperoleh fasa dominan yaitu Aluminium Silicate Hydroxide [$Al_2Si_2O_5(OH)_4$].

Daftar Pustaka

- Anggono, dkk. (2008), *Penyusutan Dan Densifikasi Keramik Alumina: Perbandingan Antara Hasil Proses Slip Casting Dengan Reaction Bonding*, Jurusan Teknik Mesin-Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- Astuti, A. (1997), *Pengetahuan Keramik*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Fitria , A T. (2008), *Pemanfaatan Limbah Sandblasting dan Clay PT.Pertamina UP IV Cilacap Sebagai Bahan Pembuatan Keramik Dengan Metode Solidifikasi*.
<http://rac.uii.ac.id/server/document/private/20080605124910skripsi.pdf>
- Harefa, F.B. (2009), *Pemanfaatan Limbah Padat Pulp Grits Dan Dregs Dengan Penambahan Kaolin Sebagai Bahan Pembuatan Keramik Konstruksi*, Jurusan Fisika FMIPA, USU, Medan.
- Joskar. (2009), *Pembuatan Keramik Berpori Dari Limbah Padat Pulp Dengan Aditif Kaolin Sebagai Filter Gas Buang*, Pascasarjana USU, Medan.
- Pasaribu, H. (2010), *Preparasi dan Karakterisasi Bahan Keramik Berpori Berbasis Clay dan Feldspar Dengan aditif Sekam Padi*, Jurusan Fisika FMIPA Unimed, Medan.
- Sembiring, A.D. (1995), *Pembuatan Keramik Berpori Dengan Menggunakan Karbon*

- Aktif Sebagai Aditifnya*, Jurusan Fisika FMIPA, USU, Medan.
- Sihite, D.R. (2008), *Pembuatan dan Karakterisasi Bahan Keramik Berpori Dengan Aditif Sekam Padi Yang Digunakan Sebagai Filter Gas Buang*, Pascasarjana USU, Medan.
- Tambunan, T.D. (2008), *Pembuatan Keramik Berpori Sebagai Filter Gas Buang Dengan Aditif Karbon Aktif*, Pascasarjana USU, Medan.
- Tobing, H. (2009), *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Suhu Sintering Terhadap Karakterisasi Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam Pahae*, Jurusan Fisika FMIPA Unimed, Medan.
- Tobing, N. (2009), *Preparasi Dan Karakterisasi Keramik Clay Dengan Silika Sekam Padi Menggunakan Teknik Sintering*, Jurusan Fisika FMIPA Unimed, Medan.
- VanVlack, L.H., (1992), *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.