

KESAN SUHU PENSINTERAN YANG BERBEZA TERHADAP SIFAT-SIFAT FIZIKAL PORSELIN

Norhayati Mohd¹ & Mohd Azmi Zulkifli¹

¹Politeknik Ungku Omar

ayati@puo.edu.my

azmizul@puo.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini tertumpu kepada pengaruh suhu pensinteran yang berbeza terhadap sifat-sifat fizikal Porselin. Porselin adalah satu contoh bahan seramik yang kompleks, mengandungi kaolin, kuartz dan feldspar, digunakan secara meluas terutamanya dalam pembuatan pinggan mangkuk, tembikar putih dan insulator. Kajian menggunakan kaedah tuangan slip yang dituang ke dalam acuan plaster dan dikeringkan. Sampel telah disinter pada suhu yang berbeza iaitu 800°C, 900°C, 1000°C dan 1100°C dengan kadar pemanasan 10°C/min serta direndam selama 1 jam. Sampel kemudiannya diuji dan dianalisis sifat fizikalnya. Hasil ujian telah menunjukkan bahawa peratus keliangan akan menurun apabila suhu pensinteran ditingkatkan. Keputusan ujian telah menunjukkan bahawa sifat fizikal sampel adalah optimum apabila mengalami suhu pensinteran 1100°C. Pada suhu dan komposisi ini nilai peratus keliangan adalah 29.443 dengan nilai ketumpatan 2.063g/cm³.

Kata kunci: suhu pensinteran, porselin.

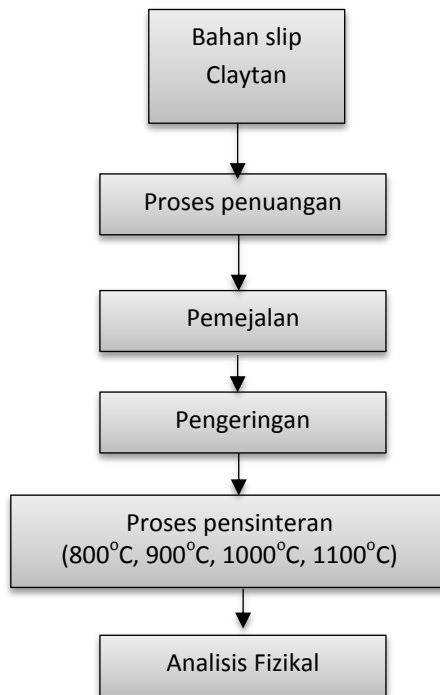
1. Pengenalan

Porselin adalah bahan seramik yang mengandungi bahan asas tanah liat, kuarz dan feldspar serta bahan-bahan lain dalam kandungan yang tertentu [1]. Porselin juga dikenali sebagai *triaxial body* disebabkan mengandungi tiga bahan utama yang selalunya dengan komposisi 50% tanah liat, 25% kuarz dan 25% feldspar. Ia merupakan bahan seramik yang keras, kuat, bewarna putih, tembus cahaya, tidak porous, halus bila dibakar pada suhu tinggi. Objektif kajian ini adalah untuk melihat kesan suhu pensinteran yang berbeza terhadap sifat-sifat fizikal porselin. Suhu pensinteran yang berbeza akan memberi kesan yang berbeza juga kepada perubahan struktur mikro sampel seperti pengurangan jumlah dan ukuran keliangan, pertumbuhan bijian, peningkatan ketumpatan dan penyusutan. Sifat-sifat ini perlu diketahui sebelum penetapan suhu sintering dilakukan dalam pembuatan sesuatu produk. Penggunaan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan sampel terlalu lembut manakala jika terlalu tinggi akan menyebabkan penggunaan tenaga elektrik yang tinggi. Suhu pensinteran yang digunakan dalam kajian adalah 800°C, 900°C, 1000°C dan 1100°C.

2. Kaedah Kajian

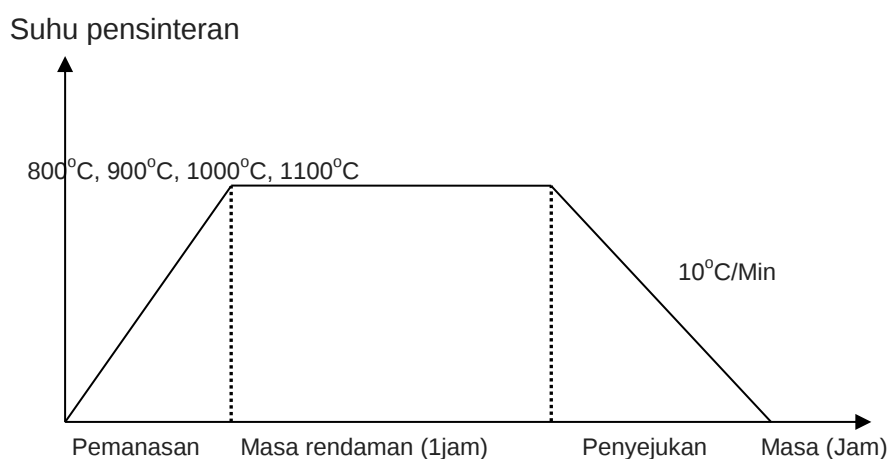
Bahan mentah asas yang digunakan dalam ujikaji ini adalah porselin dari syarikat Clayton, yang merupakan pengeluar perkakas pinggan mangkuk yang terkenal pada masa kini. Slip porselin, terlebih dahulu diuji kelikatannya dengan menggunakan hydrometer sebelum dicurahkan kedalam acuan mold. Dalam kajian ini graviti tentu slip yang digunakan adalah 1.8. Seterusnya slip tersebut dibiarkan memejal dalam acuan sehingga terhasilnya sampel-sampel kajian. Proses seterusnya adalah pensinteran dengan menggunakan empat suhu yang berbeza bertujuan untuk mengetahui suhu yang paling sesuai dan terbaik sebagai suhu pembakaran untuk bahan yang dihasilkan. Kesan suhu pensinteran ini

kemudiannya dianalisis. Penyediaan sampel dalam kajian ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1.



Rajah 2.1. Penyediaan Sampel

Setelah melakukan proses penuangan, pemejalan dan pengeringan, sampel akan menjalani proses pensinteran. Terdapat empat suhu persinteran yang berbeza yang akan digunakan di dalam ujikaji ini iaitu pada suhu 800°C, 900°C, 1000°C dan 1100°C. Bagi kadar persinteran pula adalah selama 10°C/minit dan masa rendaman selama 1 jam seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.2 . Tujuan utama suhu persinteran ini dilakukan berbeza adalah untuk melihat pengaruh suhu persinteran ke atas sifat fizikalnya iaitu pengecutan linear, keliangan ketara dan ketumpatan pukal.



Rajah 2.2. Perbezaan suhu pensinteran, kadar pensinteran dan masa rendaman yang digunakan dalam ujikaji

Analisis fizikal dijalankan mengikut garis panduan piawaian ASTM C373-88, bertujuan untuk mengetahui sifat fizikal sesuatu bahan. Antara sifat fizikal bahan yang mempengaruhi kelakuan bahan ialah pengecutan linear, ketumpatan dan keliangan.

Dalam analisis pengecutan linear, setiap spesimen dikeringkan pada suhu 110°C selama 24 jam bagi memastikan kehilangan air sepenuhnya daripada sampel. Panjang spesimen kemudiannya diukur sebagai panjang kering. Seterusnya spesimen akan disinter di dalam relau elektrik pada suhu 800°C, 900°C, 1000°C dan 1100°C. Seterusnya spesimen akan dibiarkan menyejuk didalam relau. Kemudiannya ukuran berat dan panjang spesimen akan diambil dan direkodkan.

Keliangan dan ketumpatan pukal dianalisis menggunakan peralatan Metler Toledo. Keliangan adalah antara sifat fizikal yang akan memberikan kesan yang besar terhadap sifat-sifat bahan porselin. Dalam kajian ini, prinsip Archimedes digunakan dengan mengikut kaedah ASTM C373-88 bagi menentukan keliangan ketara. Bagi mendapatkan keliangan ketara beberapa jisim perlu ditentukan termasuklah menentukan jisim sampel kering, jisim sampel terampai di dalam air, dan jisim sampel terampai di udara. Dalam ujian ini tiga sampel spesimen untuk setiap suhu 800°C, 900°C, 1000°C dan 1100°C telah disediakan.

Seterusnya ketumpatan pukal, juga dikenali sebagai isipadu pukal adalah berat kering bahan dibahagikan dengan isipadunya iaitu isipadu bahan pepejal serta isipadu kesemua liang iaitu liang-liang yang boleh dimasuki dan yang tidak boleh dimasuki oleh cecair rendaman. Formula yang digunakan untuk mendapatkan ketumpatan pukal adalah seperti berikut :

$$\text{Ketumpatan pukal, } B = D/V$$

di mana;

D = Berat kering

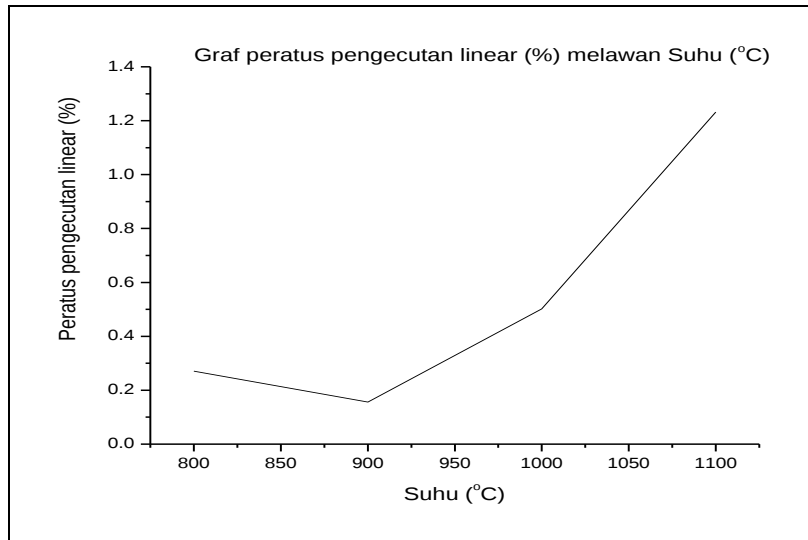
V = Isipadu sampel

3. Keputusan dan Perbincangan

Keputusan kajian telah direkod dan ditunjukkan dalam jadual dan graf yang dihasilkan.

Jadual 3.1. Peratus Pengecutan linear pada suhu pensinteran yang berbeza

Suhu Pensinteran (°C)	Peratus Pengecutan Linear (%)
800	0.271
900	0.156
1000	0.502
1100	1.232

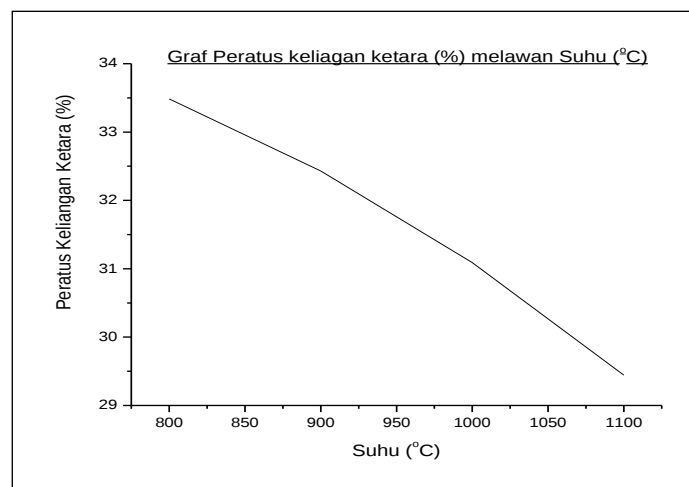


Rajah 3.1. Graf peratus pengecutan linear (%) melawan suhu pensinteran (°C)

Rajah 3.1 menunjukkan nilai peratus pengecutan linear semakin meningkat dengan meningkatnya suhu pensinteran daripada 800°C sehingga 1100°C. Ini disebabkan oleh kecenderungan pembentukan fasa cecair dan penghabluran dengan suhu yang semakin meningkat. Trend ini dapat diperhatikan dalam semua suhu. Ini disebabkan oleh perubahan fizikal yang berlaku semasa peringkat kedua pensinteran seperti yang ditunjukkan oleh [2] dan saiz leher antara zarah yang berkembang. Keadaan dimana pengecutan yang semakin meningkat dengan peningkatan suhu ini juga seiring dengan kesan peningkatan suhu terhadap peratus keliangan ketara yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2 di mana keliangan menurun apabila suhu pensinteran meningkat.

Jadual 2. Peratus keliangan ketara pada suhu pensinteran yang berbeza

Temperature (°C)	Peratus keliangan ketara (%)
800	33.486
900	32.430
1000	31.090
1100	29.443



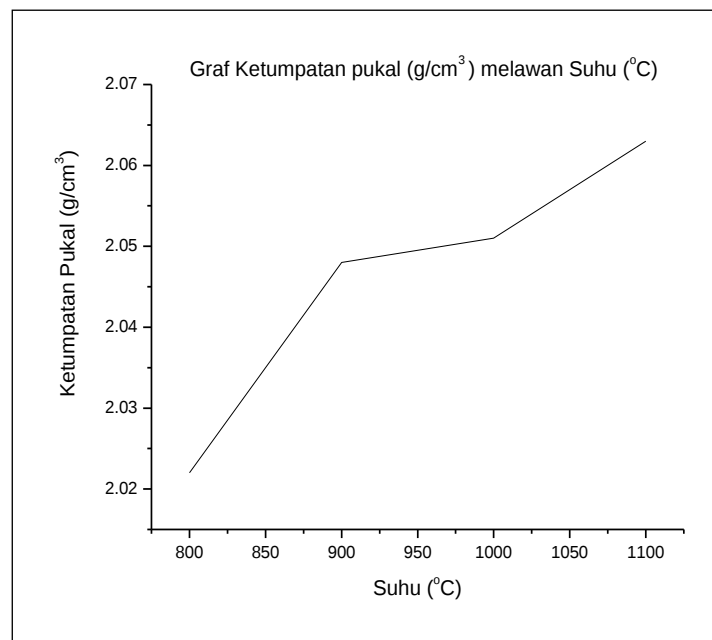
Rajah 3.2. Graf peratus keliangan ketara (%) melawan suhu pensinteran (°C)

Rajah 3.2 pula menunjukkan peratus keliangan ketara berkurang dengan meningkatnya suhu pensinteran. Keadaan ini adalah disebabkan oleh urutan tindak balas yang berlaku dalam pensinteran spesimen, seperti pembentukan fasa cecair daripada feldspar, penguraian kaolin, dan kelikatan yang lebih rendah terhadap fasa cecair [3].

Apabila sampel disinter pada suhu 800°C, peratus keliangan ketara adalah 33.486%. Pada suhu 900°C, keliangan berkurang kepada 32.430%. Dengan meningkatkan lagi suhu pensinteran 1000°C, ia menyebabkan pengurangan selanjutnya dalam keliangan sampel kepada 31.090% dan kemudian kepada 29.443% pada suhu 1100°C. Ini disebabkan proses akhir pengurangan keliangan melalui penyerapan ke ruang kosong di sepanjang sempadan bijian yang berlaku di peringkat akhir proses pensinteran. Fasa cecair semasa proses pensinteran, telah membantu meningkatkan penyatuan bijian pada suhu yang lebih tinggi.

Jadual 3. Ketumpatan pukal (g/cm^3)

Suhu Pensinteran ($^{\circ}\text{C}$)	Ketumpatan pukal (g/cm^3)
800	2.022
900	2.048
1000	2.051
1100	2.063



Rajah 3.3. Graf ketumpatan pukal (g/cm^3) melawan suhu pensinteran ($^{\circ}\text{C}$)

Hubungan diantara ketumpatan pukal dan suhu pensinteran ditunjukkan dalam Rajah 3.3. Pada suhu pensinteran yang lebih tinggi ketumpatan pukal dilihat semakin meningkat. Keadaan graf juga adalah hampir sama dengan graf pengecutan linear. Ini kerana apabila suhu pensinteran telah meningkat sampel mengandungi peratus keliangan terbuka dan tertutup yang semakin berkurang, seperti yang dibuktikan dalam graf peratusan keliangan ketara yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2.

Kekuatan bagi sesuatu bahan seramik adalah bergantung kepada peratus keliangan di dalam bahan tersebut. Jika peratus keliangan bagi sesuatu bahan tinggi, akan menyebabkan keupayaan kekuatan sesuatu bahan menurun. Penambahan luas keratan rentas berlaku jika liang-liang ini wujud. Kewujudan liang ini akan menyebabkan peningkatan

pada luas bahan yang terdedah kepada beban yang akan dikenakan dan akan mempengaruhi bahan seramik yang rapuh.

4. Kesimpulan

Objektif kajian adalah untuk melihat kesan suhu pensinteran yang berbeza terhadap sifat-sifat fizikal porselin. Suhu pensinteran yang berbeza didapati telah memberi kesan yang berbeza juga terhadap sifat fizikal porselin. Hasil kajian telah menunjukkan bahawa sifat-sifat fizikal porselin adalah lebih baik apabila suhu pensinteran semakin meningkat. Peningkatan ketumpatan pada suhu pensinteran yang lebih tinggi adalah disebabkan oleh pengurangan peratus keliangan. Keputusan kajian juga menunjukkan bahawa peratus keliangan adalah tinggi pada suhu 800°C dan semakin berkurang dengan peningkatan suhu. Pada suhu 1100°C, peratus keliangan adalah terkecil iaitu 29.443%. Untuk mendapatkan sifat-sifat fizikal yang maksimum seperti kekuatan, translucency, kekonduksian terma, dan sifat-sifat elektrik, maka peratus keliangan mestilah pada jumlah yang minimum. Bagi sesetengah aplikasi lain seperti penapis, adalah perlu pula untuk meningkatkan kekuatan tanpa mengurangkan kebolehtelapan gas[4]. Walaubagaimanapun suhu pensinteran yang sesuai bergantung kepada produk yang ingin dihasilkan dan sifat-sifat fizikal yang diperlukan.

Rujukan

- A. . Terry, *Fundamental of Ceramic Powder Processing and Synthesis*. 1995
F. H. Norton, *Fine Ceramic*,. New York: McGraw-Hill, 1970.
M. Martin, J.M, Rincon, J.M and Romero, "J. Martín-Márquez, J. Ma. Rincón and M. Romero, Effect of firing temperature on sintering of porcelain stoneware tiles," vol. 34, pp. 1867–1873, 2008.
W. Richerson and David, *Modern Ceramic Engineering*. CRC Press, 2006.