

# PENGARUH KOMPOSISI FLY ASH DAN SUHU SINTER TERHADAP KEKERASAN PADA MANUFACTURE KERAMIK LANTAI

Oleh :

Nurzal<sup>1</sup> dan Antonio Eko Saputra.N<sup>2</sup>

1) Dosen Jurusan Teknik Mesin

2) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin

FTI - Institut Teknologi Padang

---

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi fly ash dan suhu sintering terhadap kekerasan Vickers keramik lantai dari fly ash yang telah di-vitrifikasi. Fly ash yang digunakan berasal dari sisa pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap dari Sijantang Sawahlunto. Pertambahan jumlah produksi fly ash menyebabkan dampak negatif pada lingkungan, sehingga salah satu solusi untuk mengatasi dampak tersebut adalah dengan cara memanfaatkan fly ash yang telah di-vitrifikasi sebagai raw material untuk membentuk keramik lantai. Dalam penelitian ini, komposisi bahan dibuat dengan mencampurkan 50 % berat fly ash vitrifikasi (Fav) + 40 % berat clay + 10 % berat batu kapur, 70 % berat fly ash vitrifikasi (Fav) + 24 % berat clay + 6 % berat batu kapur dan 90 % berat fly ash vitrifikasi (Fav) + 8 % berat clay + 2 % berat batu kapur. Spesimen uji dibuat berbentuk silindris dengan diameter 15 mm dengan tekanan sebesar 120 MPa. Spesimen uji kemudian di-sinter pada suhu 1050, 1100, 1150 °C dengan laju pemanasan 10 °C/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal kekerasan vickers terjadi pada spesimen (50 % berat fly ash vitrifikasi + 40 % berat clay + 10% berat batu kapur) pada tekanan 120 MPa dan suhu sinter 1150 °C, yaitu sebesar 11.006 Kg/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci :** fly ash vitrifikasi, clay, batu kapur, sintering, kekerasan vickers.

## PENDAHULUAN

Batu bara merupakan salah satu sumber daya alam yang terdapat di Indonesia selain minyak bumi dan gas. Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil dan pengguna batu bara yang cukup besar. Salah satu contoh penggunaan batu bara itu adalah untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Hasil atau sisa dari pembakaran batu bara tersebut berupa abu yang disebut dengan *fly ash*. Produksi *fly ash* menyebabkan polusi terhadap lingkungan yang berdampak terhadap pencemaran udara, air bawah tanah, berpotensi juga terhadap perubahan komposisi unsur dari pertumbuhan tumbuhan dan pengumpulan racun dalam rantai makanan (M. Erol 2000).

Semakin meningkatnya penggunaan batu bara menyebabkan peningkatan produksi *fly ash* dan juga peningkatan pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu perlu dicari solusi untuk mengatasi masalah ini yaitu melalui pemanfaatan *fly ash*.

(Cheng dan Chen, 2003) dan mempunyai titik lebur diatas 1300°C (Erol dkk, 2000). *Fly ash*

bisa menghasilkan *glass ceramics* tanpa memerlukan penambahan senyawa lain untuk pembentukan inti/*nucleat agents* (Boccaccini dkk,1995), sehingga dapat dijadikan *raw material* yang baik pada fabrikasi material komposit. Dalam pengembangan dibidang teknik fly ash mempunyai sifat superior, diantaranya : kekerasan, kekuatan yang tinggi dan mampu kerja yang baik, sehingga dapat diaplikasikan pada bidang konstruksi, mekanik dan industri kimia (Boccacini dkk, 1995).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi *fly ash* dan suhu sinter terhadap kekerasan *Vickers* keramik lantai dari *fly ash* yang di-vitrifikasi.

## Landasan Teori

### 1. Keramik

Keramik merupakan campuran padat yang dibentuk dari aplikasi panas dan tekanan, berisikan sedikitnya sebuah logam dan non logam atau kombinasi sekurang-kurangnya dua unsur non logam (Barsoum, 1997).

Pengembangan material keramik pada saat ini mulai banyak diarahkan pada pembuatan keramik lantai, salah satunya adalah *fly ash* sebagai *matrix* dipadukan dengan unsur lain untuk mendapatkan sifat yang lebih baik.

Sifat-sifat keramik : tidak korosif, ringan, keras, stabil pada suhu tinggi, tahan terhadap arus listrik, tahan korosi dan gampang retak bila terjadi benturan.

## 2. Material

### ❖ Fly Ash

*Fly ash* adalah limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara didalam suatu ruang bakar. Sekitar 80% abu yang terbentuk dari pembakaran batu bara keluar dari tungku pembakaran, ada yang melalui cerobong asap yang disebut *fly ash* dan ada sisa pembakaran batu bara pada dasar tungku disebut *bottom ash*.

*Fly ash* merupakan bagian dari abu dengan ukuran kecil dengan diameter rata-rata 2-20  $\mu\text{m}$ , mempunyai warna abu-abu gelap hingga abu-abu terang. Karakteristik *fly ash* berbentuk bola, tidak tembus cahaya/buram, dengan luas permukaan  $1\text{m}^2/\text{g}$ . Berat jenis *fly ash* bervariasi sesuai dengan kompaksi. Komposisi *fly ash* terdiri dari Si, Al, Fe, Ca, C, Mg, K, Na, S, Ti, P dan Mn (Miller, 1992). Karakteristik *fly ash* juga dipengaruhi oleh karakteristik batu bara yang dibakar (ASTM- C618 dalam wikipedia).

### ❖ Tanah Lempung (Clay)

*clay* merupakan jenis tanah yang bersifat *kohesif* dan *plastis*. lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan pipih dan mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan.

Partikel ini biasanya berukuran lebih kecil dari 2  $\mu\text{m}$  dan umumnya mengandung Aluminium Silikat, Magnesium dan dapat juga mengandung zat besi. Partikel *clay* mempunyai hidroksil (OH) yang berada pada permukaannya.

Sifat khas dari lempung adalah :

- Dalam campuran dengan sejumlah air membentuk massa yang *plastis* yang dapat dibentuk dengan banyak cara.
- Bila air diuapkan, benda yang terbuat dari lempung akan menjadi keras/padat dengan kadar air < 8% dan menjadi rapuh bila kadar airnya nol.

### ❖ Batu Kapur

Batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) adalah sebuah batuan sedimen terdiri dari mineral calcite (kalsium carbonate), digunakan sebagai bahan pelebur serta pembentuk suatu ikatan sehingga bahan ini dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung.

## 3. Vitrifikasi

*Vitrifikasi* merupakan perlakuan panas terhadap *fly ash* pada temperatur dibawah melting point yang berkisar lebih dari  $1400^\circ\text{C}$ . Proses ini bertujuan untuk mengontrol fasa yang terjadi pada *fly ash* menjadi fasa *crystalline*

## 4. Blending, mixing dan compacting

Partikel-partikel dengan ukuran berbeda sering di *blending* untuk mengurangi porositas sewaktu *compacting* sedangkan *mixing* digunakan untuk menggabungkan serbuk dari komposisi dua unsur atau lebih sehingga diperoleh campuran yang homogen.

## 5. Sintering

*Sintering* merupakan proses perlakuan panas terhadap *green compact* atau spesimen yang akan diuji, untuk meningkatkan ikatan partikel sehingga kekuatannya.

## 6. Pengujian

Metode pengukuran kekerasan dilakukan dengan uji *Vickres* yang mengacu pada standard JIS Z 2251 (Somiya, 1989 ), angka kekerasan *Vickers* dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$H_v = 1,8544 \frac{P}{d^2}$$

Dimana :

$H_v$  = angka kekerasan *Vickers* (MPa)

P = pembebanan (N)

d = diagonal rata-rata (mm)

## Metodologi Penelitian

### 1. Bahan yang digunakan

❖ *Fly ash (Fa)*, berasal dari PLTU Sijantang Sawahlunto yang batu baranya berasal dari PT. Bukit Asam Sawahlunto, berbentuk serbuk berwarna abu-abu gelap,  $\rho = 2,10 \text{ gr} / \text{cm}^3$  dan ukuran butir 80 mesh.

❖ *Clay*, berasal dari tempat pembuatan batu bata tradisional Payakumbuh, berwarna merah

kecoklatan,  $\rho = 2,90 \text{ gr/cm}^3$  dengan ukuran partikel 50 mesh.

❖ *Wollastonite* (Batu Kapur), diperoleh dari toko material yang batu kapurnya berasal dari Padang Panjang, berwarna putih,  $\rho = 2,84 \text{ gr/cm}^3$  dengan ukuran partikel 100 mesh.

## 2. Spesimen Uji

Spesimen yang akan diuji berbentuk silindris dengan diameter= 15 mm, tebal= 8 mm.

## 3. Tahapan Pembuatan Spesimen

### ❖ *Vitrifikasi*

Fly ash yang masih dalam bentuk serbuk di-*Vitrifikasi* dalam *Furnace* pada suhu  $1180^\circ\text{C}$

### ❖ *Grinding*

Setelah dilakukan proses *vitrifikasi*, bentuk *fly ash* berubah seperti bongkahan batu yang keras berwarna kecoklat-coklatan, sehingga *fly ash* tersebut digrinding dan diayak untuk mendapatkan ukuran butir 80 mesh

### ❖ *Mixing*

Proses pencampuran bahan dengan komposisi A, B dan C. Proses ini menggunakan alat pencampur berupa *mixer* dengan metode *rotating drum*, dengan waktu pencampuran 4 jam supaya tidak terjadi penggumparan dari campuran tersebut.

### ❖ *Compacting*

Spesimen uji dibuat dengan Tekanan 120 Mpa dan variasi komposisi yang terdiri dari:

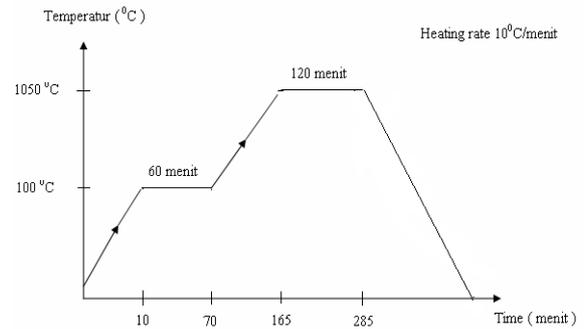
$$A = 58 \% v_{fa} + 33 \% v_{clay} + 9 \% v_{batu \text{ kapur}}$$

$$B = 77\% v_{fa} + 18 \% v_{clay} + 5 \% v_{batu \text{ kapur}}$$

$$C = 94 \% v_{fa} + 5 \% v_{clay} + 1 \% v_{batu \text{ kapur}}$$

### ❖ *Sintering*

*Green compact* yang telah dicetak belum mempunyai kekuatan dan kekerasan yang tinggi, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan proses sintering untuk meningkatkan ikatan partikel-partikelnya. Suhu sinter yang dipergunakan terdiri dari 3 variasi yaitu :  $1050^\circ\text{C}$ ,  $1100^\circ\text{C}$ ,  $1150^\circ\text{C}$ .



## 4. Alat Penelitian

- Timbangan *digital* digunakan untuk menimbang berat *fly ash*, *clay*, batu kapur .
- *Mixer* digunakan untuk mencampur bahan baku.
- Cetakan spesimen berbentuk silindris digunakan untuk pembuatan *green body*.
- Dapur pemanas (*Furnace*) digunakan untuk proses *vitrifikasi* dan *sintering*.
- *Compacting* untuk kompaksi dalam pembuatan *green body*.
- Alat uji kekerasan *vickers*.

## Hasil Penelitian Dan Pembahasan

### Pengujian Kekerasan *Vickers*

Uji kekerasan *vickers* dilakukan setelah pengujian densitas dengan menggunakan pembebanan 0,01 Kg pada spesimen yang berbentuk silindris yang terlebih dahulu di *mounting* dalam resin untuk memudahkan sewaktu pemolesan dan pengujian kekerasan. Perhitungan Kekerasan *Vickers* dapat dilihat pada lampiran.

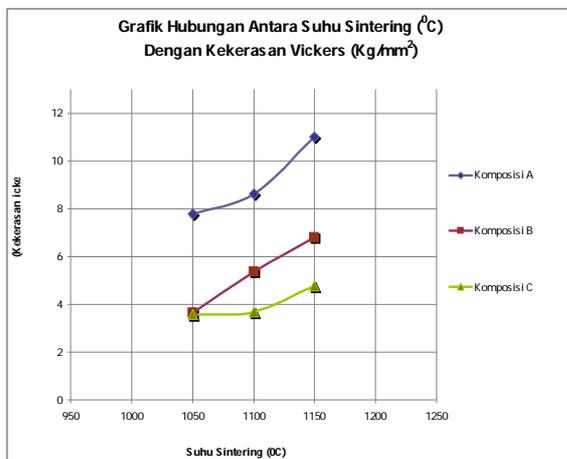
Dari hasil pengujian Kekerasan *Vickers* didapatkan :

- Pada suhu sinter  $1050^\circ\text{C}$   
komposisi A =  $7,78 \text{ Kg/cm}^2$   
komposisi B =  $3,66 \text{ Kg/cm}^2$   
komposisi C =  $3,59 \text{ Kg/cm}^2$
- Pada suhu sinter  $1100^\circ\text{C}$   
komposisi A =  $8,62 \text{ Kg/cm}^2$   
komposisi B =  $5,35 \text{ Kg/cm}^2$   
komposisi C =  $3,68 \text{ Kg/cm}^2$

- Pada suhu sinter 1150 °C  
komposisi A = 11,006 Kg/cm<sup>2</sup>  
komposisi B = 6,79 Kg/cm<sup>2</sup>  
komposisi C = 4,75 Kg/cm<sup>2</sup>

Dari hasil pengujian didapatkan pada komposisi A didapatkan kekerasan tertinggi sebesar 11,006 Kg/cm<sup>2</sup>, pada komposisi B didapatkan kekerasan sebesar 6.79 Kg/cm<sup>2</sup>, dan pada komposisi C didapatkan kekerasan tertinggi sebesar 4,75 Kg/cm<sup>2</sup>.

Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil komposisi Fly ash yang digunakan, semakin tinggi harga kekerasan Vickers yang didapat.



Dengan menggunakan 3 variasi suhu sinter didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Suhu sinter 1050 °C didapatkan Kekerasan Vickers tertinggi sebesar 7,78 Kg/cm<sup>2</sup>
2. Suhu sinter 1100 °C didapatkan Kekerasan Vickers tertinggi sebesar 8,62 Kg/cm<sup>2</sup>
3. Suhu sinter 1150 °C didapatkan Kekerasan Vickers tertinggi sebesar 11,006 Kg/cm<sup>2</sup>

Dari hasil pengujian menunjukkan semakin tinggi suhu sinter yang diberikan dan semakin sedikit komposisi fly ash maka akan semakin tinggi nilai kekerasan vickers yang didapat.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Harga kekerasan vickers tertinggi di dapat pada suhu sinter optimum yaitu pada suhu 1150 °C.
2. Harga Kekerasan Vickers tertinggi didapat pada komposisi A
3. Semakin sedikit komposisi fly ash dan semakin tinggi suhu sinter yang diberikan akan menyebabkan meningkatnya harga Kekerasannya.

## DAFTAR PUSTAKA

H.Van Vlack, Lawrence . 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi 5. Erlangga. Jakarta

Barsoum, M. W., 1997, “*Fundamentals of Ceramics*”, Mc Graw-Hill Book Co New York.

Nurzal, 2004, “Pengaruh Tekanan Kompaksi dan Suhu *sintering* terhadap Sifat Mekanis *Glass Ceramics* dari *Fly Ash*”, Proseding Seminar Nasional Aplikasi Piping Enggineering.

Nurzal, 2005, “Pengaruh Suhu *Sinter* & Penambahan 30% Berat Aluminium Silikat terhadap Densitas dan Kekerasan *Fly Ash Glass Ceramics*”, Jurnal Momentum ITP, Volume 3 No.2.

Smallman, R.E., Bishop, R.J. 2005. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Edisi 6. Erlangga. Jakarta

Saptoadi, H., Sumardi, P.C., and Suhanan, 2002, *Compression Strength of Artificial Light Weight Aggregates Made from Fly Ash*  
Saptoadi, H., Sumardi, P.C., and Suhanan, 2002, *Preliminary Study of The Utilization of Ash Waste from Power Plants to Produce Artificial Light Weight Aggregates*

Botha, F, 2000, *Utilization of Illinois Fly Ash in Manufacture of Ceramic Tiles*