

Pemanfaatan limbah Abu batubara untuk Mensubstitusi pada Komposisi Bodi Ubin Keramik Dinding

Ate Romli

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani
e-mail ateromli@gmail.com

Abstrak. Limbah abu batubara adalah limbah industri yang merupakan hasil pembakaran dari batubara. Limbah abubaturabara ini biasanya memiliki kandungan silika amorf yang tinggi 70 %, terdiri dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 dan lain-lain, dalam industri keramik komponen SiO_2 ini bisa digunakan sebagai pengsubstitusi kuarsa, fungsinya sebagai kerangka pada body ubin keramik.

Sampel abu batubara yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari *PT. Trisula Tekstile Industries*, sampai saat ini limbah yang dihasilkan sekitar 7200 ton per tahun. Limbah abu batubara

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa lempung Sukabumi, feldspar Pati, kwarsa Bangka, kaolin Belitung dan limbah abu batubara. Pembentukan benda coba dilakukan dengan cara cetak tekan berukuran 7,5 cm x 7,5 cm. Parameter yang diteliti adalah komposisi campuran dan temperatur pembakaran. Campuran yang terdiri dari 20, 25, dan 30% abu batubara, setelah dicetak dan dikeringkan kemudian dibakar pada temperatur 1100 dan 1200°C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu batubara dapat digunakan sebagai bahan pengganti kuarsa untuk pembuatan bodi ubin keramik dinding. Hal ini dapat dilihat dari kuat lentur optimum yang diperoleh yaitu 117,8 kgf/cm² pada temperatur 1200 °C dan 89,29 kgf/cm² pada temperatur 100 °C dengan komposisi abu batubara 25%. Kuat lentur tersebut hampir setara dengan kuat lentur dari contoh yang menggunakan kwarsa yaitu 174,4 kgf/ cm² pada temperatur 1200 °C dan 55,39 4 kgf/ cm² pada temperatur 100°C.

Kata Kunci : *bodi ubin keramik, kuarsa, abu batubara dan kuat lentur optimum*

1 Pendahuluan

Limbah abu batubara merupakan limbah industri yang besar terutama yang dihasilkan dari limbah industri tekstil, dengan jumlah total abu batubara pertahun mencapai 7200 ton. Sampel abu batubara yang digunakan untuk penelitian ini di ambil dari *PT. Trisula Tekstile Industries*, yang ternyata merupakan sumber silika yang cukup tinggi. Silika dalam abu batu bara merupakan silika amorf (tidak berbentuk kristal), yang dalam industri keramik dapat digunakan sebagai bahan kerangka guna memperkokoh bentuk dan dimensi produk. Silika dalam abu batu bara yaitu bentuk silika dengan ukuran butir yang halus, ehingga dapat digunakan sebagai pengganti kuarsa dalam pembuatan bodi ubin keramik dinding

Batubara apabila dibakar akan menghasilkan energi yang cukup besar, disamping itu akan menghasilkan limbah yang berupa Abu batubara. Abu batu bara di industri dapat mencemari lingkungan dan pada saat ini belum di dimanfaatkan oleh industri keramik, untuk mengatasinya maka limbah abu batu bara tersebut akan di dimanfaatkan untuk pembuatan bodi ubin keramik dinding.

Tujuan penelitian adalah memanfaatkan abu batubara untuk pembuatan komposisi bodi ubin keramik dinding sehingga dapat mengurangi limbah yang dihasilkan dari industri dan tidak mengganggu lingkungan di sekitarnya.

2 Tinjauan Pustaka

A. Definisi dan Pengertian Keramik

Keramik merupakan bahan anorganik bukan logam yang dibakar pada suhu yang tinggi ($> 700\text{ }^{\circ}\text{C}$), produknya berupa fasa kristalin, gelas (amorf) atau campuran keduanya.

Keramik itu sendiri berasal dari bahasa Yunani kuno *keramos*, yang berarti tanah liat yang dibakar. Kata *keramos* itupun diturunkan dari asal kata *keram* dalam bahasa Sanskrit yang lebih tua, yang berarti proses pembakaran. Pada dekade tahun 1960-an, keramik didefinisikan sebagai seni dan sains dari pembuatan dan penggunaan barang-barang padat yang komponen utamanya sebagian besar tersusun dari bahan-bahan anorganik non-logam, tapi definisi tersebut masih kurang lengkap, karena tidak menggambarkan mikrostruktur dan proses pembuatannya. Keramik, dalam era super-modern sekarang ini didefinisikan sebagai: "Produk seni dan sains, mikrostrukturnya tersusun dari fasa kristalin dengan atau tanpa fasa amorf (gelas) dan terbuat dari bahan anorganik bukan logam melalui proses pembakaran".

B. Bahan Baku untuk Komposisi Ubin

1. Lempung (tanah liat)

Lempung memiliki sifat plastis, yaitu mudah untuk dibentuk tanpa menjadi pecah atau retak. Selain itu, dalam keadaan mentah lempung memiliki daya ikat terhadap bahan lain yang bersifat non-platis. Kedua hal ini merupakan sifat-sifat dasar yang sangat penting dalam pembuatan suatu keramik, yang memungkinkan campuran bahan dapat dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Mineral utama dalam lempung adalah kaolinit, $3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Mineral lempung merupakan hasil pelapukan batuan feldspar, yang mulanya merupakan komponen dari batuan beku, seperti granit.

Granit tersusun dari komponen-komponen mineral mika ($\text{KAl}_3(\text{OH})_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$), kwarsa (SiO_2), dan feldspar ($\text{K}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) dengan perbandingan yang hampir sama.

Kaolin merupakan salah satu jenis lempung yang banyak digunakan dalam industri keramik. Mineral utama yang terdapat dalam kaolin adalah kaolinit. Pada reaksi pembakaran keramik, yaitu pada temperatur $1100\text{ }^{\circ}\text{C} - 1280\text{ }^{\circ}\text{C}$, terjadi reaksi kalsinasi kaolinit yang dapat diikhtisarkan sebagai berikut :



2. Pasir Kwarsa

Pasir kwarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pada umumnya senyawa pengotor tersebut terdiri dari oksida besi, oksida kalsium, oksida alkali, oksida magnesium, lempung, dan zat organik hasil pelapukan sisa-sisa hewan dan tumbuhan.

Di alam, kwarsa terdapat dalam 4 fasa, yaitu α -kwarsa, β -kwarsa, tridimit, dan kristobalit. Yang paling banyak terdapat di alam adalah α -kwarsa yang berasal dari :

- Proses hidrotermal.
- Proses metamorfosa batuan dalam bentuk lensa-lensa, disebut quartzites.
- Pasir laut.
- Batu pasir quartzites.

3. Kaolin

Kaolin merupakan batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah, dan pada umumnya berwarna putih atau agak keputihan. Kaolin mempunyai komposisi hidrous aluminium silikat ($2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$).

Proses geologi pembentukan kaolin (kaolinisasi) adalah proses pelapukan dan proses hydrothermal alterasi pada batuan beku feldsparik, mineral-mineral potas aluminium silika dan feldspar diubah menjadi kaolin.

Proses kaolinisasi berada pada kondisi tertentu sehingga elemen-elemen selain silika, aluminium, oksigen, dan hidrogen akan mengalami perpindahan. Proses tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan reaksi sebagai berikut :

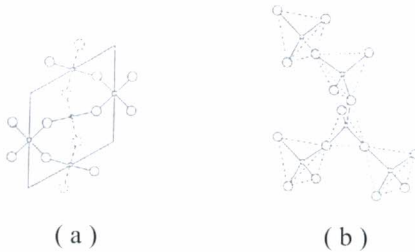


Proses pelapukan terjadi pada permukaan atau sangat dekat dengan permukaan tanah, sebagian proses terjadi pada batuan beku.

4. Silika Bebas

Silika bebas (SiO_2) mempunyai tiga bentuk (polimorf) yaitu, kwarsa, tridimit, dan kristobalit. Dalam campuran bahan baku keramik, kandungan kwarsa bebas ini harus diperhitungkan karena dapat menyebabkan cacat/kerusakan pada produk keramik. Pada struktur kwarsa, ikatan Si-O-Si yang menghubungkan dua tetrahedral tidak lurus, melainkan berbelok membentuk rantai spiral. Pada pemanasan, kwarsa mengembang secara merata sampai suhu 573°C , kemudian pada suhu tersebut terjadi

suatu perubahan dimana ikatan Si-O-Si yang semula berbentuk spiral berubah menjadi lurus. Susunan atom-atom menjadi tidak rapat dan terjadilah pemuaian sebesar ($\pm 0,45\%$), karena koefisien muai termalnya naik secara drastis. Pada pendinginan, saat melewati suhu 573°C terjadi perubahan ikatan Si-O-Si dari keadaan lurus menjadi spiral, yang berarti susunan atom-atom menjadi rapat kembali dan terjadi penyusutan yang besar karena koefisien muai termalnya turun. Struktur kwarsa dibawah 573°C disebut α -kwarsa atau kwarsa bentuk rendah, sedangkan diatas 573°C disebut -kwarsa atau kwarsa bentuk tinggi, yang akan stabil sampai 870°C .



Gambar 1 Struktur diagramatik α - dan - kwarsa

5. Feldspar

Feldspar dalam proses pembuatan barang keramik berfungsi sebagai bahan pelebur. Maksud bahan pelebur ini adalah untuk menurunkan titik lebur barang keramik yang dibakar, yaitu pada saat proses pembakaran berlangsung. Setelah mencapai titik leburnya maka feldspar mencair menjadi fasa gelas, dan partikel-partikel lempung direkat satu sama lain sehingga bila fasa gelas tersebut membeku, terbentuk barang keramik yang kuat dan keras.

Feldspar dalam perdagangan (menurut Minerals Yearbook, 1981) apabila kandungan Na_2O nya sebesar 7 % atau lebih maka disebut Soda Feldspar atau Natrium Feldspar, jika kandungan K_2O nya sebesar 10% atau lebih disebut Potash Feldspar atau kalium Feldspar. Yang termasuk jenis Natrium Feldspar antara lain albinete ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), dan yang termasuk Kalium Feldspar antara lain Ortoklas (KAlSi_3O_8).

I. Keramik Ubin Dinding

Perkataan "Tile" dalam bahasa Inggris yang dalam bahasa indonesia diterjemahkan menjadi ubin arti aslinya adalah "plat penutup" dan definisinya di masing – masing negara berbeda.

Ubin keramik mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan bangunan lain sebab :

- memberi kesan lebih bersih dan higienis
- tidak perlu di cat
- lebih tahan terhadap asam dan basa
- daya tahan abrasi lebih tinggi
- tidak perlu dipoles
- bentuk dan warna dapat disesuaikan dengan permintaan
- mempunyai kuat bengkok yang tinggi

Ubin dinding umumnya mempunyai bahan berpori dan bentuknya bujursangkar, ukurannya dapat bermacam – macam, namun yang umum adalah $7,5 \times 7,5$, 10×10 , 11×11 , 15×15 , dan 20×20 cm.

pembentukannya adalah secara press kering. Kekuatan press dan distribusi tekanan pada press turut menentukan kualitas dari ubin dinding. Selain itu kualitas bahan mentah, komposisi kimia, komposisi mineral, pengeringan, pengglasiran, pembakaran tentu saja mempengaruhi. Bahan baku ubin dinding umumnya adalah : Pyrophyllite, kapur, feldspar, kwarsa dan clay.

sifat kimia, fisis dan panas dari bahan baku ditentukan oleh hal-hal sebagai berikut : komposisi kimia, komposisi mineral, besar butirandan ekspansi panas

3 Metode Penelitian

Percobaan pembuatan bodi ubin keramik dinding dilakukan melalui beberapa tahap yaitu persiapan bahan baku, pencampuran bahan dan penggilingan, pengayakan bahan, penghilangan kadar air, pengeringan, pembentukan benda uji, pembakaran dan pengujian produk, yang meliputi pengujian susut bakar, peresapan air, dan kuat lentur.

1. Variabel yang ditetapkan

- Jenis lempung, limbah abu batubara, komposisi kaolin dan komposisi lempung

2. Variabel yang divariasikan

- komposisi abu barubara, jumlah felsfar, temperature bakaran 1100 C dan 1200 C

3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian, dilakukan dengan melakukan tahap-tahap sebagai berikut :

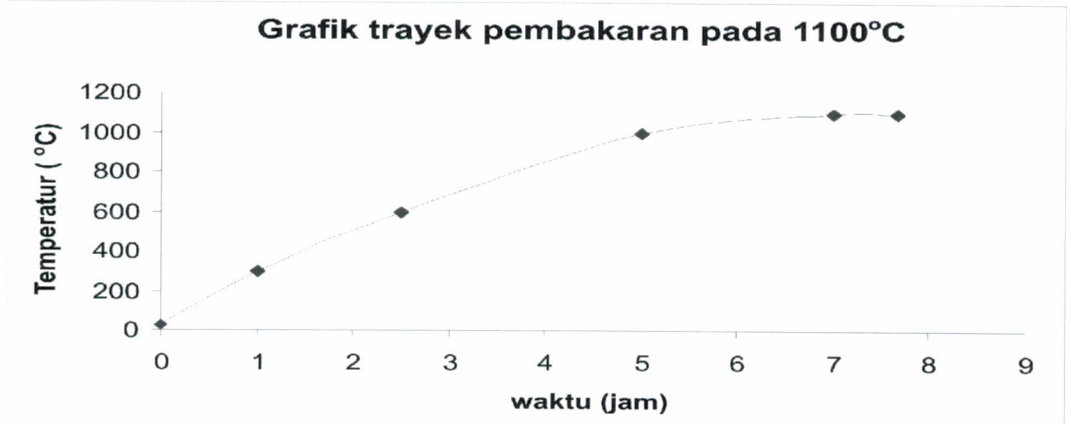
- Penyiapan bahan baku
 - a. Lempung yang di gunakan pada penelitian ini adalah lempung sukabumi dengan ukuran butir lolos 100 mesh.
 - b. Kaolin yang digunakan pada penelitian ini adalah kaolin yang berasal dari daerah Bangka Belitung dengan ukuran butir lolos 325 mesh.
 - c. Abu barubara yang di gunakan pada penelitian ini mempunyai ukuran butir lolos 100 mesh.
 - d. Feldspar yang di gunakan pada penelitian ini mempunyai ukuran butir lolos 100 mesh.

Tabel 1 Komposisi contoh

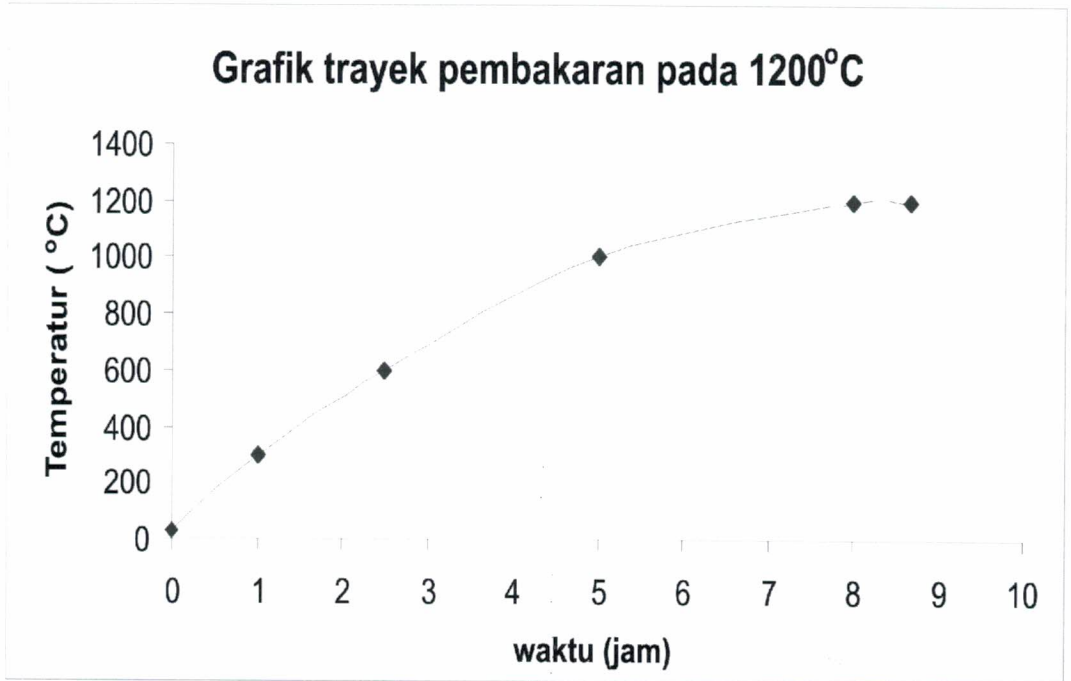
Bahan baku	DY ₀ (%)	DY ₁ (%)	DY ₂ (%)	DY ₃ (%)	DY ₄ (%)
Kwarsa	20	-	-	-	10
Abu batu bara	-	20	25	30	-
Feldspar	35	35	30	25	40
Kaolin	40	40	40	40	45
Ball clay	5	5	5	5	5

- Pencampuran basah yaitu dengan penambahan air
- Penggilingan
 Formulasi yang telah disiapkan kemudian digiling dengan menggunakan Pot Mill agar didapat formulasi dalam bentuk slip. Perbandingan antara bahan baku, air, dan bola-bola giling adalah 1 : 1 : 1. Sedangkan waktu giling adalah 8 jam. Setelah pengilingan maka slip dikeluarkan, selanjutnya dikeringkan dengan memakai gips sampai terbentuk massa plastis.
- Pencetakan benda coba.

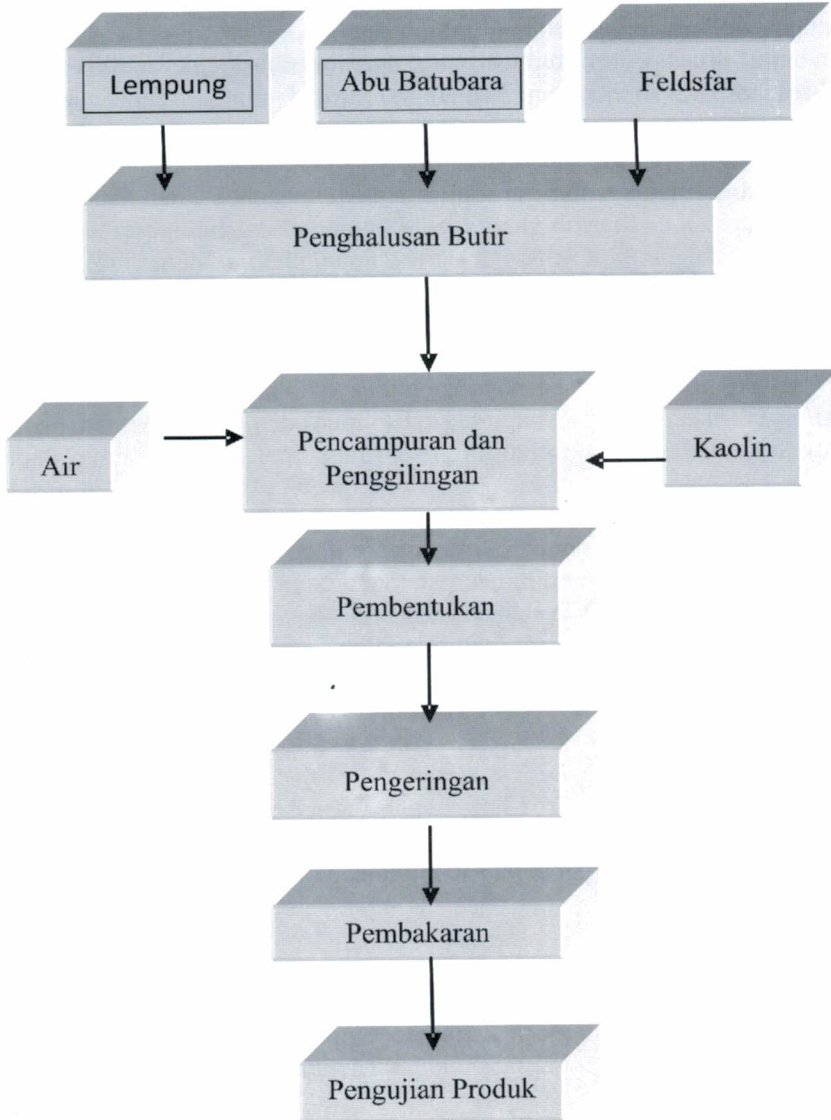
- Pengeringan, dilakukan didalam oven pengering sampai beratnya konstan atau siap untuk dibakar. Untuk proses pengeringan ini harus hati-hati dan dijaga dari keretakan.
- Pembakaran, dilakukan menggunakan tungku pembakaran pada suhu bakar 1100 °C dan 1200 °C.
- Pembakaran benda coba dilakukan dengan menggunakan trayek pembakaran seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Trayek pembakaran benda coba



Gambar 3 Trayek pembakaran benda coba



Gambar 4 Diagram Proses Pembuatan Ubin Keramik Dinding

4 Hasil dan Pembahasan

Pengujian visual dilakukan untuk mengamati terjadinya retak atau adanya susut pada permukaan benda coba.

Data hasil pengujian visual contoh DY0, DY1, DY2, DY3, dan DY4 pada temperatur 1100 dan 1200°C disajikan pada tabel 4.1. Retak dan melengkung dinyatakan dengan menggunakan kriteria sebagai berikut :

- Tidak ada retak dan tidak melengkung :+, +
- Tidak retak tapi melengkung :+, -

Tabel 2 Hasil pengujian pada suhu 1100 °C

Komposisi	Pengujian			
	Visual	Susut bakar (%)	Peresapan Air (%)	Kuat Lentur (kgf/cm ²)
DY0	+,+	2,17	23,79	69,36
DY1	+,+	5,36	23,96	65,84
DY2	+,+	4,6	24,11	89,29
DY3	+,-	3,85	25	36,25
DY4	+,+	4,11	22,07	55,39

Tabel 3 Hasil pengujian pada suhu 1200 °C

Komposisi	Pengujian			
	Visual	Susut bakar (%)	Peresapan Air (%)	Kuat Lentur (kgf/cm ²)
DY0	+,+	4,94	19,54	197,7
DY1	+,-	7,32	18,67	70,12
DY2	+,-	10,12	13,13	117,8
DY3	+,-	9,02	15,44	87,4
DY4	+,+	5,69	17,27	174,4

Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa pada sampel/ contoh DY1, DY2, dan DY3 pada suhu bakaran 1200°C mengalami susut dan melengkung (lihat Tabel 2 & 3). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada suhu tersebut, bahan pelebur seperti feldspar dan bahan pengotor lainnya sudah melebur seluruhnya dan membentuk fasa cair, sedangkan kristal mullit belum sempurna terbentuk, akibatnya produk keramik yang dihasilkan mengalami susut yang menyebabkan produk menjadi melengkung, selain itu kelengkungan dapat disebabkan oleh adanya silika bebas. Makin besar kadar silika bebas, kemungkinan terjadinya konversi dan inversi dari *polimorf* silika bebas juga semakin besar yang akan menyebabkan terjadinya retak/kerusakan pada produk keramik yang dihasilkan. Silika bebas tersebut dapat terbentuk dari hasil reaksi, ataupun dari bahan baku seperti lempung, kaolin, feldspar dan abu batubara. Reaksinya adalah sebagai berikut :



B. Hasil uji mekanik

Dari tabel 2 & 3, terlihat bahwa semakin banyak substitusi abu batubara, semakin kecil susut bakarnya. Hal ini disebabkan karena semakin banyak substitusi abu batubara jumlah bahan pelebur menjadi berkurang, sehingga fasa gelas yang terbentuk pada saat reaksi

pembakaran menjadi berkurang. Hubungan antara susut bakar dengan temperatur pembakaran dapat dilihat pada hasil penelitian, dengan semakin tinggi temperatur pembakaran susut bakar semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur pembakaran, fasa gelas yang terbentuk semakin banyak. Selain itu semakin tinggi temperatur pembakaran, mullit yang terbentuk dari reaksi SiO_2 dan Al_2O_3 semakin besar, sehingga jumlah SiO_2 bebasnya semakin berkurang, dan pengembangan volume semakin kecil, akibatnya susut bakar semakin besar. Temperatur pembakaran yang semakin tinggi dan pembentukan fasa gelas yang semakin banyak, ditunjukkan juga dengan menurunnya peresapan air.

Dari tabel 2 dan 3 terlihat bahwa semakin besar kuat lentur benda contoh peresapan airnya cenderung lebih kecil. Hal ini disebabkan karena fasa gelas yang terbentuk pada saat reaksi pembakaran semakin banyak. Pembentukan fasa gelas tergantung pada jumlah pelebur (K_2O dan Na_2O) yang terdapat pada bahan baku dan temperatur pembakaran. Semakin tinggi temperatur pembakaran reaksi pembentukan mullit dari SiO_2 dan Al_2O_3 akan semakin banyak, sehingga kuat lentur semakin besar dan bodi keramik akan semakin padat. Komposisi yang ditambahkan abu batubara sebanyak 25% dengan temperatur pembakaran 1200°C kuat lenturnya paling besar bila dibandingkan dengan contoh komposisi DY1, dan DY3. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kristal mullit yang terbentuk maksimum pada temperatur 1200°C dengan komposisi abu batubara pada sejumlah 25%.

6 Kesimpulan

1. Abu batubara dapat digunakan sebagai pengganti kwarsa untuk pembuatan bodi ubin keramik dinding
2. Kondisi optimum diperoleh pada penambahan abu batubara sebanyak 25% dengan temperatur pembakaran 1200°C .

7 Daftar Pustaka

1. Slamet Suprpto dan Retno Damayanti, "Hasil Pengujian Sifat-sifat Abu Batubara Muara Tiga Bukit Asam", Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral 1998.
2. Imas Ifah Somantri dan Imawati, "Pemanfaatan Limbah Abu Terbang untuk Bahan Campuran Beton", Jurusan Teknik Kimia. Universitas Achmad Yani 1999.
3. "Standar Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete" Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.
4. Amirrusdi, "Fly Ash Bottom Ash PLTU Batubara Bukan Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)", LDKL 3700.2002.
5. Soewanto Rahardjo dan Ase Suparman, "Karakterisasi dan Sifat Lempung Ciruas Kabupaten Serang Sebagai Bahan Baku Keramik Hias". Vol.10 No.1.2001.
6. S.Yilmaz, S.Sen, V.Gunay, T.O.Ozkan "Utilisation of Power Plant Fly-Ash as a Building Material", Tile & Brick Int. Volume 13.No 4.,1997.
7. Suhandi DKK, "Penelitian Pemanfaatan Abu Batubara Dari Bukit Asam & Umbilin untuk Bahan Bangunan", Informasi teknologi Keramik dan gelas.No.32 tahun VIII,1987.