

# PEMANFAATAN LIMBAH POLES UBIN KERAMIK GRANITO UNTUK PRODUK KERAMIK KONVENSIONAL DAN BAHAN BANGUNAN BETON

## UTILIZATION OF GRANITO CERAMIC TILE WASTE FOR CONVENTIONAL CERAMIC PRODUCT AND CONCRETE MATERIAL

**Subari dan Khairul Afdhil**

Balai Besar Keramik, Kementerian Perindustrian  
Jl. Jend. A.Yani No. 392 Bandung, Jawa Barat – Indonesia  
e-mail : soebary15@yahoo.com  
diajukan: 23/01/2015, direvisi: 26/02/2015, disetujui: 19/03/2015

### ABSTRACT

*The utilization of granito tile waste material for making the conventional ceramics (art ceramics and ceramic tiles) as well as concrete building materials have been conducted. For making the art ceramics, this waste material mixed by lempung from the area of Kasongan Yogyakarta, Wonosobo, Sukabumi, Lombok NTB and West Kalimantan with ratio of weight composition between waste material and lempung from each area is 50 % waste material : 50 % lempung. While for making the ceramic tiles, this waste material mixed by Belitung lempung and Banjarnegara feldspar with mixing ratio of raw material composition is waste material = 30 – 40 %, feldspar = 10 – 20 % and lempung = 50 %. Based on this research experiment, that the result of research for prototype of art ceramic product like fruit bowl fired at 1050 °C showing the cream colour, brownish and reddish brown, as well as the prototype of ceramic tile product also fired at 1050 °C showing the creamish white colour and vitrified enough. Beside that, this waste materials also tried to research for concrete building material. The design material composition of this product is (1 part of portland cement : 4 part of arang sawit + waste material) until (1 part of portland cement : 6 part of arang sawit + waste material) From this experiment result in fact that the composition with code B is 1 part of portland cement : 5 part of arang sawit + waste material is the best composition as well as classified of light brick concrete type due to the density value still under 1.0 g/mL.*

Keywords: granito tile waste material, art ceramics, ceramic tiles, concrete building materials, light bricks

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pemanfaatan bahan limbah poles ubin granito untuk pembuatan produk keramik konvensional (keramik hias dan ubin keramik) serta bahan bangunan beton. Dalam pembuatan produk keramik hias di sini bahan limbah poles ubin keramik granito dicampur dengan lempung dari daerah Kasongan Yogyakarta, Wonosobo, Sukabumi, Lombok Barat dan Kalimantan Barat, dengan perbandingan komposisi berat antara bahan limbah dan lempung dari masing-masing daerah adalah 50 % limbah : 50 % lempung. Sedangkan untuk pembuatan ubin keramik, bahan limbah poles tersebut dicampur dengan lempung Belitung dan felspar Banjarnegara pada perbandingan komposisi campuran bahan baku adalah bahan limbah = 30 – 40 %, felspar = 10 – 20 % dan lempungnya tetap yakni 50 %. Berdasarkan percobaan penelitian ini maka diperoleh hasilnya untuk prototipe produk keramik hias berupa wadah buah dibakar pada suhu 1050 °C menampakkan warna krem, coklat muda dan coklat kemerahan, serta prototipe produk ubin keramik juga dibakar suhu 1050 °C menampakkan warna putih agak krem dan sudah cukup padat. Disamping itu, bahan limbah poles ini juga diteliti pemanfaatannya untuk bahan bangunan beton. Komposisi bahan yang dirancang yaitu (1 bagian semen Portland : 4 bagian arang sawit + limbah granito) sampai dengan (1 bagian semen Portland : 6 bagian arang sawit + limbah granito). Dari hasil percobaan ini ternyata komposisi dengan kode B terdiri dari 1 bagian semen Portland : 5 bagian arang sawit + bahan limbah ubin granito merupakan komposisi yang terbaik serta tergolong jenis bata beton ringan karena nilai density masih dibawah 1,0 g/mL.

Kata kunci : Limbah ubin keramik granito, keramik hias, ubin keramik, bahan bangunan beton, bata ringan.

### PENDAHULUAN

Industri ubin keramik di Indonesia tersebar di daerah-daerah Provinsi Sumatera Utara, Jawa Barat dan Jawa

Timur. Industri ubin keramik yang memproduksi ubin jenis ubin keramik granito (granito tiles atau porcelain tiles) antara lain adalah PT. Kim Liong Keramik Indonesia, PT. Keramik Impero, PT. Asri

Keramik dan PT. Keramik Jui Shin. Pada proses produksi ubin keramik granito ini terdapat tahap pemolesan ubin agar produknya bersifat lebih glosi, tahan noda dan lebih *attractive*. Proses pemolesan atau penggosokan terhadap ubin keramik granito adalah suatu proses pemolesan ubin keramik tidak berglasir setelah dibakar pada suhu tinggi (diatas 1250 °C) sehingga diperoleh permukaan ubin yang relatif licin [Hutchings IM, et al 2006]. *Grit number* (mesh) pada alat pemolesan ubin mempengaruhi kekasaran dan kelicinan permukaan ubin yang diperoleh, dimana untuk ukuran diatas 400 mesh berpengaruh pada sifat kelicinannya [Hutchings IM, et al, 2005].

Dari hasil proses pemolesan ubin tersebut akan diperoleh bahan buangan atau limbah poles yang jumlahnya cukup berlimpah, dan belum ada industri yang memanfaatkan untuk dibuat bahan bangunan beton seperti bata beton ringan, mortar (semen instant) dan genteng beton, serta produk keramik konvensional. Pengertian daripada keramik konvensional adalah suatu barang keramik yang terbuat dari bahan tunggal lempung atau lempung dicampur dengan bahan baku lainnya seperti felspar dan kuarsa, yang memiliki sifat-sifat keramik dan kekuatan mekanis tertentu [Mishulovich, A. et al, 2003]. Jenis keramik konvensional antara lain adalah tableware (alat rumah tangga), keramik hias dan ubin keramik. Khusus keramik hias mulanya berasal dari produk keramik yang dibentuk dengan alat putar (*pottery wheel*) sehingga disebut dengan keramik pottery.

Dalam penggunaannya bahwa keramik hias dapat berfungsi sebagai pajangan atau hiasan dan bisa juga sebagai fungsi pakai seperti asbak, tempat payung dan pot bunga. Ubin keramik (*ceramic tiles*) adalah suatu jenis produk keramik yang terbuat dari bahan lempung yang dicampur dengan felspar, kaolin dan kuarsa, serta pembentukannya dilakukan dengan alat hydraulic press pada tekanan pembentukan tertentu [Carty, WM, 2004].

Bahan bangunan beton adalah suatu bahan bangunan yang terbuat dengan menggunakan bahan dasar semen seperti misalnya *paving block*, *conblock*, ubin teraso, genteng beton dan kanstein [Lasco

2009; Subari & A.Rachman 2008]. Bahan semen di sini fungsinya sebagai pengikat (*binder*) dan sebagai bahan agregatnya yaitu pasir atau kerikil, dimana bahan agregat terbagi atas agregat kasar dan agregat halus. Ukuran besar butir agregat kasar diatas 4,75 mm sedangkan ukuran agregat halus adalah dibawah 4,75 mm [Lasco, 2009]. Dalam proses pembuatan bahan bangunan beton terdapat 3 (tiga) komponen utama yaitu agregat, semen dan air [Marinkovic SR, et al. 2003]. Salah satu bahan limbah ubin keramik granito yang diteliti di sini adalah berasal dari PT. Kim Liong Keramik Indonesia jumlahnya sekitar 10 ton/hari. Jumlah bahan limbah poles tersebut belum termasuk dengan industri ubin keramik granito yang terdapat di daerah Jawa Barat, Banten dan Sumatera Utara.

Dalam sistem poles ini diperoleh bahan limbah yang ukurannya relatif halus dan jumlahnya cukup banyak yakni sekitar 2,0 % dari total berat ubin granito yang diproduksi. Jika jumlah berat ubin granito yang diproduksi oleh industri ubin keramik sekitar 25.000 ton/bulan maka bahan limbah poles yang dihasilkan sebesar  $0,02 \times 25.000 \text{ ton/bulan} = 500 \text{ ton/bulan}$ . Secara fisik bahan limbah poles ini mengandung dominan oksida silika ( $\text{SiO}_2$ ). Dengan adanya kandungan silika maka limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku keramik. Oleh sebab itu maka perlu dimanfaatkan bahan limbah poles ubin keramik granito untuk pembuatan bahan bangunan jenis bata beton ringan dan produk keramik konvensional (ubin keramik dan keramik hias).

Dalam percobaan pembuatan produk keramik hias digunakan komposisi campuran bahan baku antara limbah poles ubin keramik granito dan lempung pada perbandingan persentase berat campuran bahan baku yakni 50 % bahan limbah poles : 50 % lempung dari Kalimantan Barat, Sukabumi, Wonosobo, Kasongan Yogyakarta dan Lombok NTB. Untuk pembuatan produk keramik hias dicoba 5 (lima) macam komposisi bodi keramik dengan jenis lempung yang dicampurkan pada limbah poles. Untuk percobaan pembuatan ubin keramik digunakan komposisi campuran bahan baku yang

terdiri dari: bahan limbah poles ubin granito = 30 – 40 %, felspar Banjarnegara = 10 – 20 %, dan lempung Belitung sebesar 50 %. Untuk produk beton digunakan bahan limbah poles ubin granito dicampur dengan bahan arang kelapa sawit pada perbandingan volume 1 bagian bahan limbah poles + 1 bagian arang kelapa sawit.

Selanjutnya dibuat komposisi campuran antara portland semen dengan campuran limbah poles ubin granito dan arang kelapa sawit ( L ) yaitu (1 PC : 4L) s/d (1 PC : 6 L). Arti 1 PC adalah satu bagian semen portland dan 4 L artinya adalah 4 (empat) bagian dari campuran bahan limbah ubin keramik granito yang ukuran butirannya lolos ayakan 1,0 mm dengan bahan arang kelapa sawit yang ukuran besar butirannya antara 1,0 mm dan 2,36 mm.

Penelitian bertujuan memanfaatkan limbah hasil pemolesan ubin keramik granito milik PT. Kim Liong Keramik Indonesia secara optimal untuk dibuat produk keramik hias, ubin keramik dan produk bahan bangunan beton jenis bata ringan. Diharapkan bahan limbah poles ubin keramik granito dapat didaur ulang sebagai produk keramik konvensional dan bahan bangunan beton jenis bata ringan.

## METODE

### Bahan bahan yang digunakan

Bahan limbah poles ubin keramik granite dari PT. Kim Liong Keramik Indonesia dan bahan lempung Kasongan Yogyakarta, lempung Wonosobo, lempung Sukabumi, lempung Lombok Barat NTB dan lempung Kalimantan Barat. Untuk pembuatan ubin keramik digunakan bahan limbah poles ubin keramik granito, lempung Belitung dan felspar Banjarnegara. Sedangkan pembuatan bahan bangunan

beton jenis bata ringan, selain limbah poles digunakan pula arang tempurung kelapa sawit dan semen portland. Peralatan yang digunakan:

1. Alat putar listrik
2. Alat press hydraulic
3. Tungku gas skala laboratorium
4. Cetakan benda uji, berdimensi (5 x 5 x 5) cm dan (1 x 5 x 10) cm
5. Ember plastik
6. Timbangan listrik dan timbangan duduk
7. Meja gips
8. Alat pendukung.

### Rancangan komposisi bodi keramik hias

Komposisi bodi rancangan ubin keramik hias terdiri dari campuran bahan limbah poles ubin granito industri ubin keramik Kim Liong dan lempung dari 5 (lima) daerah seperti Nusa Tenggara Barat (NTB), Kalimantan Barat, Kasongan Yogyakarta, Wonosobo Jawa Tengah dan Sukabumi Jawa Barat, yang data rancangan komposisinya tercantum pada Tabel 1.

Tahapan pembuatan prototipe keramik hias meliputi pengeringan bahan limbah ubin granite (limbah poles) dan bahan lempung pada oven pengering atau di udara terbuka, penimbangan bahan baku, pencampuran kedua macam bahan baku secara basah dengan menambahkan air secukupnya dan perendaman selama 1-2 hari, pengayakan secara basah masa campuran menggunakan ayakan ukuran 80 *mesh*, pengeringan masa hasil dari proses pengayakan pada meja gips selama 1 hari sampai terbentuk masa plastis, pengulekan masa plastis sampai dengan homogen, pembentukan produk keramik hias berupa wadah buah dengan alat puter listrik, pengeringan produk keramik hias wadah buah tersebut, pada ruang terbuka selama beberapa hari, dan pembakaran produk keramik hias pada suhu 1050°C.

Tabel 1. Rancangan komposisi bodi keramik hias

Kode Sampel	Limbah Poles	Asal Lempung
LN	Ubin granito = 50 %	Lempung Lombok = 50 %
LK	Ubin granito = 50 %	Lempung Kalbar = 50 %
LG	Ubin granito = 50 %	Lempung Kasongan = 50 %
LW	Ubin granito = 50 %	Lempung Wonosobo = 50 %
LS	Ubin granit0 = 50 %	Lempung Sukabumi = 50 %

### Rancangan komposisi bodi ubin keramik

Komposisi Bodi ubinkeramik yang dirancang ini terdiri dari campuran bahan limbah poles dari pemolesan ubin keramik granito PT. Kim Liong Keramik Indonesia, lempung Belitung dan felspar Banjarnegara, yang data rancangannya diperlihatkan pada Tabel 2.

Tahapan yang dikerjakan dalam pembuatan prototipe ubin keramik meliputi : pengeringan bahan limbah poles dari ubin keramik granito, felspar Banjarnegara dan lempung Belitung pada oven pengering atau di udara terbuka, penimbangan masing-masing bahan baku tersebut dengan jumlah berat tertentu, pencampuran ketiga macam bahan baku secara semi kering dengan menambahkan air sekitar 5 – 7 % dan selanjutnya diperam (*ageing*) pada kantong plastik selama 1 hari, pengayakan terhadap massa semi kering tersebut dengan menggunakan ayakan standar berukuran 1,0 mm yang disebut juga dengan proses granulansi, pencetakan atau pembentukan benda uji ubin keramik berdimensi (1 x 5 x 12) cm dengan menggunakan alat hydraulic press pada tekanan pembentukan 200

kg/cm<sup>2</sup>, pengeringan benda uji ubin keramik pada oven pengering suhu 100 ± 5 °C dan selanjutnya dibakar suhu 1050 °C pada tungku listrik skala laboratorium.

### Rancangan komposisi produk bahan bangunan beton

Komposisi bahan untuk produk bahan bangunan beton yang dirancang adalah 1 bagian arang tempurung kelapa sawit lolos ayakan 2,36 mm ditambah 1 bagian arang sawit lolos ayakan 1,0 mm dicampur bahan limbah poles ubin granito. Agar supaya komposisi campuran bahan ini dapat mengikat satu dengan yang lainnya maka perlu ditambahkan bahan pengikat semacam semen portland. Density rata-rata bahan limbah ubin keramik granito ini sekitar 0,87 gram/mL. Setelah bahan-bahan tersebut diatas dicampur hingga homogen atau merata, maka density produk bahan bangunan beton menjadi 0,68 gram/mL. Dengan demikian prototipe produk bahan bangunan beton yang diteliti ini termasuk jenis bata beton ringan. Adapun rancangan komposisi produk bata beton ringan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Komposisi bodi ubin keramik dari limbah poles ubin granito

Bahan baku, % berat	Komposisi 1	Komposisi 2	Komposisi 3
Limbah poles ubin	40	35	30
Lempung Belitung	50	50	50
Felspar Banjarnegara	10	15	20

Tabel 3. Rancangan komposisi bahan bangunan beton

Kode Komposisi	Semen Portland	Arang tempurung kelapa sawit + Limbah poles ubin keramik granito
A	1	4
B	1	5
C	1	6

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi bahan limbah poles dan bodi keramik hias

Karakterisasi dilakukan pada bahan limbah ubin keramik granito meliputi : distribusi ukuran besar butir, komposisi kimia dan komposisi mineral. Pengamatan distribusi analisis butir dilakukan dengan alat

Sympatec GmbH Jerman, pengujian komposisi kimia dilakukan dengan alat XR-F dan pengujian komposisi mineral dilakukan dengan alat X-RD. Adapun hasil pengamatan distribusi analisis besar butir bahan limbah poles ubin keramik granito diperlihatkan pada Gambar 1 .

Dari gambar 1 menunjukkan distribusi ukuran bahan limbah poles ubin keramik granito berkisar antara 0,01 – 0,40 mikron

( $\mu\text{m}$ ) dan gradasi butiran bersifat homogen, oleh sebab itu limbah poles ubin keramik granito dapat digunakan sebagai bahan pengikat (binder), selain itu dapat digunakan sebagai bahan pengisi (filler) dalam pembuatan produk keramik konvensional dan bahan bangunan beton. Hasil analisa kimia terhadap bahan limbah poles ubin granito(LP), bodi keramik hias campuran limbah poles dengan lempung Lombok NTB (LN) dan bodi keramik hias campuran limbah poles dengan lempung Kalbar (LK) diperlihatkan pada Tabel 4.

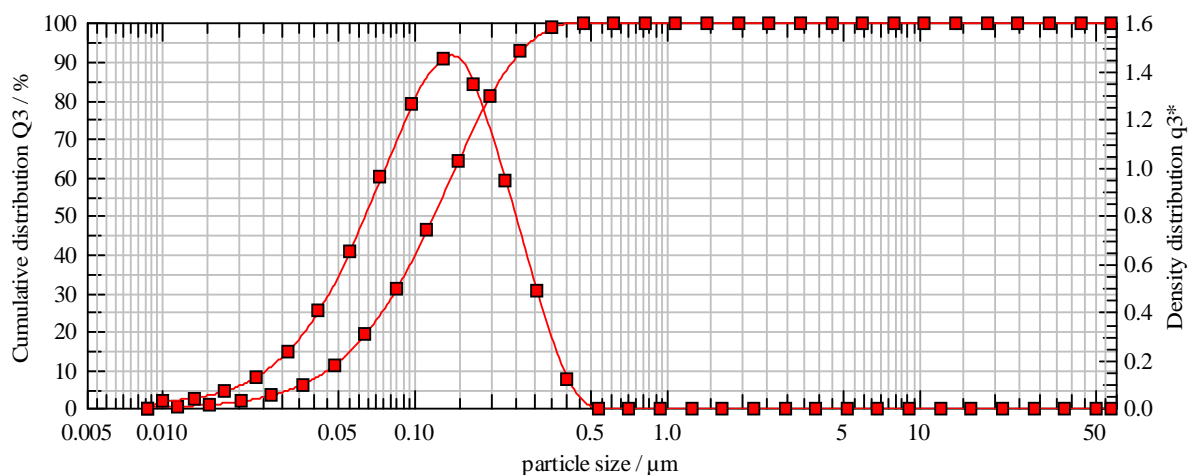
Berdasarkan data komposisi kimia pada tabel 4 tersebut diatas, nampak bahwa bahan limbah poles mengandung total kadar alkali ( $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$ ) yang cukup tinggi yakni 6,21 % sehingga kemungkinan besar bahan limbah poles ini dibakar pada suhu  $\pm 1050^\circ\text{C}$  sudah cukup padat. Terlebih lagi bila bahan tersebut dicampur dengan tanah liat atau lempung Lombok NTB yang kadar oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) nya cukup tinggi dan lempung Kalimantan Barat yang kandungan kadar alkali nya juga agak

tinggi maka dibakar suhu sekitar  $1050^\circ\text{C}$  akan bersifat padat.

Tabel 4. Komposisi kimia bahan limbah poles dan bodi keramik hias

Komposisi kimia,%	LP	LN	LK
$\text{SiO}_2$	77,12	67,53	75,58
$\text{Al}_2\text{O}_3$	13,90	16,75	11,40
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,71	10,08	2,97
$\text{TiO}_2$	0,48	1,62	1,65
$\text{Na}_2\text{O}$	2,69	1,70	2,03
$\text{K}_2\text{O}$	3,52	2,21	4,53

Hasil pembakaran bodi keramik hias yang kode LN pada suhu  $1050^\circ\text{C}$  menampilkan warna merah bata karena memiliki kandungan oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) nya tinggi yakni 10,08 %. Kemudian dari hasil analisa X-Ray Diffractometer ternyata bodi keramik kode LN tersebut mengandung mineral besi jenis hematite atau  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (lihat Gambar 2).



Gambar 1. Grafik distribusi analisa butir bahan limbah poles ubin keramik granito

Gambar 2 (lihat grafik difraktogram kode LN), nampak mineral hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) terletak pada sudut  $2\theta$  (teta) berkisar antara  $36.5^\circ$ ,  $39.5^\circ$ ,  $42.5^\circ$ ,  $50^\circ$  dan  $55^\circ$  (derajat). Mineral kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) terletak pada sudut  $2\theta$  (teta) antara  $21^\circ$  dan  $36.5^\circ$ . Dengan adanya mineral hematite tersebut maka apabila bodi keramik kode LCN dibakar pada suhu tinggi akan menampilkan warna coklat kemerahan.

### Sifat Susut benda uji bodi keramik hias

Dari hasil pengujian sifat susut kering dan susut bakar terhadap benda uji bodi keramik hias yang dibakar pada suhu  $1050^\circ\text{C}$ , dan kemudian dihitung nilai rata-ratanya, maka diperoleh nilai susut kering dan susut bakar diperlihatkan Tabel 5. Disamping sifat fisik tersebut, juga diuji sifat penyerapan air, kuat lentur kering dan kuat lentur bakar

yang dibakar pada suhu 1050 °C. Data hasil pengujiannya tercantum pada Tabel 6.

Berdasarkan data hasil uji yang diperlihatkan pada tabel 6 bahwa bilamana dilihat dari nilai penyerapan air, maka yang kode LN dan LS termasuk jenis gerabah halus (*fine earthenware*) atau bodi terracota, hal tersebut dapat dilihat dari nilai kuat lentur (*modulus of rupture* atau *bending strength*) nya sudah diatas 150 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabel 5. Nilai Susut kering, Susut bakar dan Warna bakar

Kode	Susut Kering (%)'	Susut Bakar (%)	Warna Bakar
LN	8,21	5,31	Merah kecoklatan
LK	4,01	3,72	Putih agak krem
LG	4,53	1,09	Krem kecoklatan
LW	5,28	1,98	Coklat kemerahan
LS	4,80	2,15	Krem kekuningan

Tabel 6. Nilai Kuat lentur kering, Kuat lentur bakar dan Penyerapan air

Kode	Kuat lentur kering (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat lentur bakar (kg/cm <sup>2</sup> )	Penyerapan air ( % serap)
LN	21,10	198,50	8,93
LK	17,54	147,70	13,12
LG	17,26	140,49	14,95
LW	16,98	138,75	16,70
LS	18,23	152,36	12,96

### Keramik Hias

Produk keramik hias yang dibuat dari bahan campuran limbah poles ubin keramik granito dan lempung Kasongan (kode LG) serta lempung Wonosobo (kode LW) berupa wadah buah diperlihatkan pada Gambar 3.

Kemudian produk keramik hias tersebut diatas dikeringkan dan selanjutnya dibakar pada suhu 1050 °C dengan menggunakan tungku gas skala laboratorium, diperoleh hasilnya adalah produk keramik hias yang kode LG berwarna krem kecoklatan dan yang kode LW berwarna coklat kemerahan. Munculnya warna krem kecoklatan untuk bodi keramik hias kode LG dan warna coklat kemerahan untuk bodi keramik hias kode LW, hal ini disebabkan karena bahan lempung Kasongan Yogyakarta dan juga lempung

Wonosobo yang digunakan sebagai bahan campurannya mengandung kadar oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) cukup tinggi masing-masing sebesar 5,12 % dan 4,32 %.



Gambar 3. Produk keramik hias

### Ubin Keramik

Dalam proses pembuatan ubin keramik agak berbeda dengan pembuatan keramik hias, dimana untuk pembuatan ubin dilakukan secara pres kering dengan penambahan kadar air sekitar 5 – 7 % [Marquez JM, et al, 2008], sedangkan untuk pembuatan keramik hias dilakukan secara putar dengan masanya bersifat plastis. Untuk pembuatan ubin keramik , selain menggunakan bahan limbah poles ubin granito juga di pakai bahan baku lempung Limbah 50 % + Lempung Kasongan 50 % Limbah 50 % + Lempung Wonosobo 50 % Belitung dan felspar Banjarnegara.

Penggunaan bahan limbah poles ubin keramik granito berkisar antara 30 – 40 %, felspar Banjarnegara 10 – 20 % dan lempung Belitung sebesar 50 %. Kemudian dibuat benda uji ubin berukuran (1 x 5 x 12) cm dan selanjutnya dibakar menggunakan tungku listrik skala laboratorium pada suhu 1050 °C. Adapun hasil pembakaran benda uji atau *specimen* ubin keramik tersebut

diperlihatkan pada Gambar 4. Sedangkan hasil karakterisasi sifat fisik terhadap *specimen* ubin keramik diperlihatkan pada Tabel 7. Berdasarkan data nilai penyerapan air dan kuat lentur *specimen* ubin keramik untuk komposisi 1, 2, dan 3 (Tabel 7), maka bodi ubin keramik yang diteliti termasuk jenis gerabah halus (*fine earthenware*) yang dapat dibuat untuk ubin dinding (*wall tiles*).



Gambar 4. Ubin keramik dari limbah poles

Reaksi kimia yang penting diketahui selama proses pembakaran bodi keramik adalah sifat mikrostrukturnya. Mikrostruktur yang dimaksud antara lain bentuk kristal, massa amorf (matriks yang mengglas) dan rongga-rongga atau pori-pori. Selain sifat tersebut diatas nampaknya sifat termal ekspansi juga penting namun dalam penelitian ini sifat termal ekspansinya tidak diamati.

Kandungan bahan baku utama di dalam bodi keramik seperti ubin keramik, *sanitary*, *tableware* dan keramik hias biasanya lempung, felspar atau *nepheline syenite* dan kuarsa atau silika [Koeng CJ, 1966; Hosten C, et al, 2009]. Interaksi awal antara kejadian masing-masing bahan tersebut adalah felspar mulai melebur pada suhu 1020 – 1100 °C (hal ini tergantung pada ratio antara  $K_2O$  dan  $Na_2O$ ).

Bahan felspar ini akan melarutkan sejumlah kuarsa ( $SiO_2$ ) yang selanjutnya terbentuk mineral kristobalit. Reaksi ini terus berlanjut selama suhunya bertambah mengakibatkan komponen kuarsa atau silika nya cenderung untuk mengental. Kemudian larutan kuarsa didalam cairan felspar akan membentuk kristal mullite, dimana bahan mullite ini terbentuk akibat adanya partikel lempung didalam kaolin. Pertumbuhan kristal mullite ini bisa dipercepat oleh adanya oksida alkali ( $K_2O$  dan  $Na_2O$ ) yang terkandung didalam

lempung. Jika reaksi-reaksi ini berlanjut maka pada suhu 1100 – 1150 °C fasa cair akan membentuk fasa yang cukup kental untuk mengisi semua pori-pori.

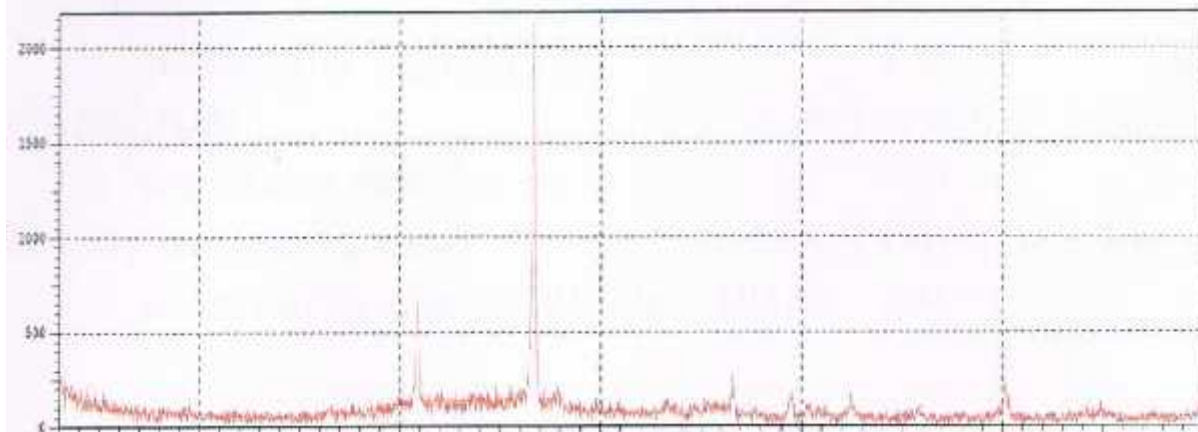
Kemudian jika reaksinya terus berlanjut pada suhu pembakaran 1200 – 1250 °C, maka fasa cair yang ada dapat menembusi semua partikel-partikelnya sehingga bodi keramik menjadi rapat atau padat (*dense*), contohnya adalah bodi keramik yang jenis *vitreous china*. Bila temperaturnya terus bertambah sampai suhu 1280 °C, maka terbentuk kristal mullite menyerupai bentuk jarum (*needle*). Pertumbuhan kristal-kristal ini dikarenakan formasi fasa gelas menjadi agak kental. Fasa gelas yang ada lebih reaktif melarutkan kristal silika bebas sampai semuanya larut. Jenis bodi keramik semacam ini dinamakan porselen keras (*hard porcelain*). Akan tetapi bodi keramik yang diteliti belum mencapai porselen keras. Hal ini, disebabkan suhu pembakaran sampai pada suhu 1050°C dan ukuran partikel butiran bahan baku untuk bodi keramik ini masih relatif kasar.

Partikel-partikel butiran bahan yang lebih halus akan lebih mudah kontak dan jarak difusi lebih kecil sifat reaktifnya lebih besar. Lempung biasanya mengandung komponen alkali seperti bahan-bahan felspatik yang berfungsi sebagai pelebur kuat serta kandungan silika ( $SiO_2$ ) yang fungsinya sebagai filler [Djambazov SP. et al, 2009].

Sedangkan kandungan alkali tanah yang ada di dalam lempung dan felspar hanya sedikit dan berfungsi sebagai pelebur lemah. Kemudian bahan impurities dalam lempung adalah oksida besi ( $Fe_2O_3$ ), yang mana jika kadar  $Fe_2O_3$  tersebut diatas 7,0 % maka badan keramik setelah dibakar suhu tinggi akan menampakkan warna coklat kemerahan sampai merah bata. Bahan pengotor (impurities) lainnya adalah titanium dioksida ( $TiO_2$ ) yang selalu ada didalam bahan lempung, dimana unsur  $TiO_2$  ini berfungsi sebagai "*catalyst*" atau *mineralizer* dan bisa juga mempengaruhi warna terhadap oksida-oksida logam lainnya.



Gambar 2 : Grafik difraktogram bodi keramik hias kode LN



Tabel 7. Sifat fisik ubin keramik dari limbah poles di bakar 1050 °C

Sifat fisik	Whiteness	Penyerapan air,%	Susut, %	Kuat lentur, kg/cm <sup>2</sup>
Komp. 1	54,0	10,49	5,74	250
Komp. 2	54,5	10,76	5,06	247
Komp. 3	56,5	11,50	5,21	243

Sintering bodi keramik merupakan suatu peristiwa pepadatan bahan keramik yang terjadi secara simultan dengan reaksi dan pelarutan bahan baku sehingga menghasilkan fase gelas dan fase kristal. Reaksi antara bahan pelebur felspar dengan kaolin diatas 1050 °C akan terwujud fase gelas dan kristal mullite berbentuk jarum (*needle*). Pada pembuatan keramik di sini bahwa pembakaran bodi keramik baik keramik hias maupun yang ubin keramik hanya dibakar pada suhu 1050 °C maka belum terbentuk suatu kristal *mullite* [Damle A, 2001].

Nilai kuat lentur (*modulus of rupture*) badan keramik yang diteliti belum mencapai kuat lentur badan keramik jenis porselen keras oleh karena ukuran kehalusan butir yang digunakan hanya sekitar 80 mesh. Semestinya khusus bahan baku kuarsa bahwa ukuran besar butir yang digunakan adalah sebanyak 45 – 50 % berat pada ukuran < 10 mikron yang fungsinya sebagai bahan pengisi (*filler*), sedangkan felspar sebagai bahan pelebur (*flux*) kehalusan besar butir yang dikehendaki berukuran diameter butir < 10 mikron (µm) sebanyak 50 – 55 % berat [Marquez JM, et al, 2008].

### Produk bahan bangunan beton jenis bata ringan

Untuk mengetahui karakteristik produk bahan bangunan beton perlu dilakukan pembuatan benda uji ukuran (5 x 5 x 5) cm dengan kode komposisi A, B dan C (Tabel 8). Karakterisasi yang diamati terhadap benda uji tersebut sifat penyerapan air, density dan kuat tekan. Adapun nilai penyerapan air dan density benda uji produk bahan bangunan beton tercantum dalam Tabel 8.

Prototipe produk bahan bangunan beton dengan kode B merupakan komposisi terbaik karena nilai penyerapan airnya paling rendah. Dari nilai density (berat per volume), produk bahan bangunan beton yang diteliti termasuk jenis bata beton ringan karena nilai density benda uji tersebut dibawah 1,0 g/mL [Popov SR, et al, 2003; Subari dkk, 2010]. Berdasarkan nilai kuat tekan terhadap benda uji bata beton ringan seperti tercantum pada Tabel 9, menunjukkan bahwa makin lama umur perawatan (*curing*) nilai kuat tekannya memperlihatkan semakin besar, oleh karena jumlah air yang ditambahkan kedalam massa adonan kering atau disebut juga dengan faktor air semen (*water cement ratio*) dapat bereaksi dengan massa adonan dan akan membentuk air hidrat, air gel yang mengisi pori-pori gel, air kapiler yang mengisi pori-pori kapiler dan air bebas. Air kapiler ini akan melanjutkan reaksi hidrasi sehingga bahan bangunan beton tersebut



kekuatannya makin lama akan semakin kuat. Terkecuali yang percobaan penelitian kode komposisi C (1bagian semen portland : 6 bagian agregat) pada umur perawatan 21 hari nilai kuat tekannya lebih rendah dari pada yang umur 14 hari. Hal ini disebabkan karena benda uji berupa kubus berdimensi (5 x 5 x 5) cm pada bagian permukaannya memperlihatkan ada sedikit bagian yang retak dan kurang padat.

Tabel 8. Penyerapan air dan density benda uji bahan bangunan beton

Kode Komposisi	Penyerapan air, %	Density, g/mL
A	24,60	0,94
B	23,47	0,87
C	25,08	0,90

Tabel 9. Kuat tekan benda uji bahan bangunan beton Satuan : MPa

Kode Komposisi	Curing (7 hari)	Curing (14 hari)	Curing (21 hari)
A	12,94	16,60	19,72
B	14,10	17,50	19,98
C	12,86	17,54	15,86

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan yang diperoleh (Tabel 9), komposisi yang terbaik adalah kode B (1bagian semen portland : 5bagian agregat) oleh karena memiliki nilai penyerapan air dan density paling rendah serta kuat tekan pada umur perawatan (curing) 7 hari, 14 hari dan 21 hari nilainya paling besar. Selanjutnya dari percobaan komposisi terbaik tersebut dibuat suatu produk bahan bangunan beton jenis bata ringan diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Produk bata ringan

## KESIMPULAN

Bahan limbah poles dari hasil pemolesan ubin keramik granito (granito tiles atau porcelain tiles) PT. Kimliong Keramik Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran untuk pembuatan produk keramik konvensional (keramik hias dan ubin keramik) dan bahan bangunan beton jenis bata ringan. Dalam pembuatan produk keramik hias, bahan limbah poles masih harus dicampur dengan lempung dengan perbandingan komposisi campurannya adalah bahan limbah poles ubin keramik granito 50 % berat dan lempung 50 % berat. Untuk pembuatan ubin keramik digunakan limbah poles ubin keramik granito 30-40 %, lempung Belitung sebesar 50 % dan felspar Banjarnegara sekitar 10-20 % berat. Bahan bangunan beton yang dibuat dari bahan limbah poles termasuk jenis bata beton ringan dengan nilai density lebih kecil dari 1,0 g/mL, yang mana bahan limbah poles tersebut dicampur dengan arang tempurung kelapa sawit (berfungsi sebagai agregat), dan ditambahkan bahan pengikat (*binder*) jenis semen portland pada perbandingan komposisi (1 bagian semen portland : 4 bagian agregat) s/d (1 bagian semen portland : 6 bagian agregat).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terwujudnya makalah yang berjudul "Pemanfaatan limbah poles ubin keramik granito untuk produk keramik konvensional dan bahan bangunan beton", penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada General Manager PT. Kimliong Keramik Indonesia yang telah memberi sampel bahan limbah tersebut sebanyak ± 50 kg, dan juga tenaga staf bagian *Research and Development* yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Carty, WM. 2004, *Whitewares and Material, Ceramic Engineering and Science Proceedings, Volume 25, Issue 2*
- Despotovic S, Babic D, Filipovic L, 2006 *Mineralogical changes in Zorka yellow lempung as a function of firing*

- temperature Interceram, Volume 55 No 4, hal. 46-52
- Damle A, 2001. Utilization of waste materials in brick making, *Tile and Brick International*, Volume 17 No.5, hal. 31-36
- Djambazov SP, Yoleva AP, Malinov OK 2009. Red firing ceramic bodies for clinker tiles and bricks, *Tile & Brick International Manual*, p 8-10
- Hutchings IM, Xu Y, Sanchez E, Ibanez MJ, Querada MF 2006; Optimisation of the polishing process for porcelain ceramic tiles, *International Ceramics Journal*, p 63-68.
- Hutchings IM, Adachi K, Xu Y, Sanchez E, Querada MF 2005; Analysis and Laboratory Simulation of an Industrial polishing process for Porcelain ceramic tiles, *Journal Ceramic Society*, No. 25, p 124-132.
- Hosten C, Cimilli H, 2009. The effects of feed size distribution on confined bed comminution of quartz and calcite, *International Journal of Mineral Processing*, Vol. 91, p 81-87
- Koenig CJ, 1966. Influence of particle size distribution on the properties of nepheline syenite, *Journal of the American Ceramic Society*, p 93-102
- Lasco, 2009. Calcium silicate bricks the environment friendly building material, *Ceramic Forum International* DKG 86 No.1
- Mishulovich A, Evanko JL 2003. Ceramic tiles from high carbon fly ash, *international Ash Utilization Symposium*, Center for Applied Energy Research, University of Kentucky, paper #18
- Marquez JM, Rincon J. Ma, Romero M, 2008 Effect of firing temperature on sintering of porcelain stoneware tiles, *Ceramics International*, Volume 34, p 1867-1873
- Popov SR, Kostic-Pulek AB, Djinovic JM, 2003. The possibilities of flyash and FGD gypsum utilization in manufacturing products, *Tile and Brick International* No.6, Volume 19. 83-87
- Subari dkk, 2010. Pembuatan komposit bata ringan dengan agregat arang dengan tempurung kelapa sawit menggunakan sistem perekat semen epoxy, *Laporan Teknis*, Balai Besar Keramik Bandung, BPKIMI, Kementerian Perindustrian.
- Subari dan Abdul Rachman, 2008, Pembuatan bata beton ringan untuk diterapkan di IKM bahan bangunan, *Jurnal Bahan Galian Industri*, Volume 12 Nomor 33, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batu-bara Bandung. Hal 10-16.