

## PENENTUAN KADAR SILIKA DARI PASIR LIMBAH PERTAMBANGAN DAN PEMANFAATAN PASIR LIMBAH SEBAGAI BAHAN PENGISI BATA BETON

Nici Trisko<sup>\*1</sup>, Iwan Hastiawan, Diana Rakhmawaty Eddy

<sup>1</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran Jatinangor  
<sup>\*</sup>nicitrisko08@gmail.com

### ABSTRAK

**PENENTUAN KADAR SILIKA DARI PASIR LIMBAH PERTAMBANGAN DAN PEMANFAATAN PASIR LIMBAH SEBAGAI BAHAN PENGISI BATA BETON.** Indonesia merupakan negara dengan potensi sumber daya yang melimpah. Salah satunya adalah sumber daya mineral berupa bahan oksida seperti  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Seperti yang terdapat dalam limbah pertambangan pasir PT Curuk Wangi Lestari Subang. Padahal bahan-bahan oksida tersebut dapat digunakan untuk pemanfaatan aplikasi teknologi tinggi. Aplikasi penggunaan limbah tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengisi bata beton ringan yang memiliki karakteristik sesuai dengan SNI. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan silika dalam pasir limbah pertambangan pasir PT Curuk Wangi Lestari Subang dan penggunaan pasir limbah tersebut sebagai bahan pengisi dalam pembuatan bata beton ringan silika yang memiliki karakteristik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian ini sendiri terdiri atas dua tahap. Tahap pertama adalah penentuan komposisi silika yang terkandung dalam pasir limbah dan tahap kedua yaitu pembuatan bata beton ringan dengan bahan pengisi pasir limbah pertambangan dengan karakteristik menggunakan analisis FTIR, analisis SEM, pengukuran berat jenis, pengukuran daya serap air dan uji kuat tekan menggunakan UTM (universal testing machine). Komposisi silika yang terkandung dalam pasir limbah PT Curuk Wangi Lestari adalah 19,6 % dengan kemurnian 83,16 %. Komposisi terbaik dari pembuatan bata beton ringan sesuai dengan standar SNI adalah komposisi 1 yang terdiri atas 26% perlit, 12 % kapur tohor, 15% semen portland, 25% pasir silika, 15% batu apung, 5 % silika fume, 1% serbuk aluminium, dan 1% foaming agent yang memiliki kuat tekan 110,87 kg/cm<sup>2</sup>, berat jenis 1167,73 kg/cm<sup>3</sup>, dan penyerapan air sebesar 13,27 %.

**Kata kunci:** Bahan oksida, silika, pasir limbah, bata beton ringan

### ABSTRACT

Indonesia is a country with abundant resources potential. One of them is a mineral resource in the form of oxide materials such as  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . As contained in the waste sand mining PT Curuk Wangi Lestari Subang. Though these oxide materials can be used for the utilization of high-tech applications. Applications use the waste can be used as filler material lightweight concrete bricks that have characteristics consistent with SNI. This study aims to determine the content of silica sand mining sand PT Curuk Wangi Lestari Subang and use the waste sand as a filler in the manufacture of silica brick lightweight concrete. The study was composed of two phases. The first stage is the determination of the composition of silica sand contained in the waste and the second stage of the manufacture of lightweight concrete with brick filler sand mining waste characterization receipts FTIR analysis, SEM analysis, density measurements, measurement of water absorption and compressive strength test using UTM. Composition of silica sand contained in the waste PT Curuk Wangi Lestari Subang is 19.6% with a purity of 83.16%. Composition best of lightweight concrete brick making in accordance with the standard is 1 composition comprising 26% perlite, 12% calcium oxide, 15 % portland cement, 25% silica sand, 15% pumice, silica fume 5%, 1% aluminum powder, and 1% foaming agent which has 110.87 kg/cm<sup>2</sup> compressive strength, density kg/cm<sup>3</sup> 1167.73, and water absorption of 13.27%.

**Keywords:** Materials oxide, silica, sand waste, brick lightweight concrete

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah. Potensi tersebut meliputi minyak, gas, dan bahan-bahan mineral. Diantara bahan-bahan mineral tersebut, terdapat bahan yang tergolong bahan oksida yang mempunyai potensi untuk pemanfaatan aplikasi teknologi tinggi seperti:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Oksida-oksida tersebut salah satunya terdapat dalam limbah pertambangan seperti yang terdapat dalam limbah pertambangan pasir PT Curug Wangi Lestari Subang. Padahal pasir limbah hasil pertambangan tersebut dapat digunakan untuk berbagai produk dengan kualitas yang lebih baik. Salah satu penggunaan pasir limbah tersebut digunakan sebagai bahan pengisi bata beton ringan. Hal ini dikarenakan pasir silika dari hasil limbah pertambangan memiliki berat jenis yang kecil dan kandungan oksida yang tinggi. Pembuatan bata beton ringan tersebut dapat dilakukan dengan merekayasa komposisi dari pembuatan bata dengan menghasilkan bata yang memiliki kuat tekan yang tinggi dan tahan terhadap api sehingga dapat meminimalisir kerusakan akibat gempa dan kebakaran. Untuk membuat bata yang memiliki mutu yang tinggi ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu bahan material penyusun, proporsi campuran, dan metode pengerjaan serta *curing*. Pada penelitian lanjutan ini dikaji lagi mengenai gradasi agregat yaitu dengan membuat gradasi buatan yang ideal terhadap sifat-sifat mekanis dan karakteristik bata yang menggunakan agregat kasar berupa pasir silika tersebut dengan menggunakan bahan tambah mineral lainnya untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perilaku kuat tekan, massa jenis serta densitas pada pembuatan bata ringan silika.

## 2. TATA KERJA

### 2.1 ALAT

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya peralatan gelas, pengaduk magnetik, corong buchner, pH-meter, oven, kertas whatman no 42, neraca analitik, ayakan 200 mesh, baskom plastik, dan cetakan bata. Selain itu digunakan pula peralatan lain untuk karakterisasi seperti UTM (*Universal Testing Machine*), FE-SEM (*field-emission scanning electron microscope*) dan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

## 2.2 BAHAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, asam nitrat 65%, natrium hidroksida 4 N, kapur tohor, perlit, semen portlan tipe I, *foaming agent*, aluminium powder, silika fume, air serta batu apung dan pasir silika yang diperoleh dari PT Curug Wangi Lestari Subang yang terletak pada lokasi GPS S 06. 35. 59. 5 dan E 107. 44. 39. 6.

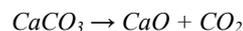
## 2.3 METODE

### 2.3.1 Pemisahan silika dari pasir

Pasir digerus menggunakan mortar dan selanjutnya diayak 100 mesh untuk menghasilkan hasil yang lebih halus. Pasir kemudian dilarutkan dengan natrium hidroksida 4 N. Dibuat perbandingan 1:5 antara pasir dan natrium hidroksida. Campuran pasir dan natrium hidroksida dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer kemudian diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet agar homogen selama 2 jam. Setelah itu saring dengan kertas *whatman* no 42 dan filtrat ditambahkan asam nitrat 65% hingga pH 4. Endapan disaring dengan menggunakan corong buchner. Endapan dicuci dengan aquades kemudian diuji filtrat hasil pencucian hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 24 jam sehingga dihasilkan serbuk silika (Mohamed et al., 2007).

### 2.3.2 Pembuatan bata beton ringan

Pembuatan bata beton ringan silika dapat dilakukan sebagai berikut, pasir silika dan batu apung digerus dan disaring dengan saringan 100 mesh. Bahan baku kapur sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan proses kalsinasi. Kapur tohor dibakar di dalam oven dengan suhu 980 °C. Hal ini dilakukan untuk membuang karbonat ( $\text{CO}_3$ ) yang terdapat pada kapur sehingga kandungan kapur hanya kalsium oksida (CaO) sesuai dengan reaksi:



Sama seperti kapur tohor, sebelum digunakan perlit juga perlu dibakar. Hal ini dilakukan agar perlit dapat mengembang. Perlit dibakar dalam oven pada suhu sekitar 1100 °C selama 15 menit. Perlit dan kapur yang telah selesai dibakar dicampur dengan pasir silika, batu apung, semen, aluminium powder, *foaming agent* dan air dengan perbandingan berat tertentu sehingga dihasilkan massa cor.

Pencampuran dilakukan dengan *mixer* sekitar 10 menit. Setiap bahan baku ditimbang dengan rancangan komposisi dengan komposisi air 50% dari massa semen sesuai dengan Tabel 1. Massa cor dimasukkan dalam cetakan bata berukuran 10 × 10 × 10 cm dengan cara digetar. Masa curing dilakukan selama 14 hari dan 28 hari. Setelah itu keluarkan bata dari dalam cetakan.

**Tabel 1. Rancangan komposisi**

No.	Jenis bahan	Komposisi (% berat)					
		1	2	3	4	5	6
1.	Perlit	26	20	15	20	10	-
2.	Kapur tohor	12	8	12	8	20	15
3.	Semen portland	15	30	10	20	15	15
4.	Pasir silika	25	20	30	20	20	50
5.	Batu apung	15	15	26	25	23	20
6.	Silika fume	5	5	5	5	10	-
7.	Alumina powder	1	1	1	1	1	-
8.	Foaming agent	1	1	1	1	1	-

### 2.3.3 Karakterisasi bata beton ringan

#### 2.3.3.1 Penentuan berat jenis

Sampel diambil dari bata yang dipotong dengan ukuran 5 × 5 × 5 cm. Sampel ditimbang dan diukur volumenya. Setelah diketahui nilainya, maka berat jenis sampel dapat dihitung dengan Persamaan 1:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  
m = massa ( kg)  
v = volume ( m<sup>3</sup>)  
ρ = berat jenis

#### 2.3.3.2 Penentuan kuat tekan bata beton

Peralatan yang digunakan adalah UTM (*Universal Testing Machine*). Sampel yang diambil dari bata yang dipotong dengan ukuran 5 × 5 × 5 cm yang telah berumur 28 hari diletakan di bawah pemberat di dalam pemberat di dalam mesin UTM. Dipastikan bahwa permukaan sampel yang diuji bersentuhan dengan pemberat. Diarahkan *switch on – off* ke arah on, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan. Kemudian dibaca skala maksimum yang ditunjukkan pada panel *display*, saat sampel pecah. Untuk

menentukan kuat tekan dapat menggunakan Persamaan 2:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :  
P = Kuat tekan (N/m<sup>2</sup>)  
A = Luas permukaan (m<sup>2</sup>)  
σ = Beban maksimum (m)

#### 2.3.3.3 Penentuan daya serap air

Sampel diambil dari bata yang dipotong dengan ukuran 5 × 5 × 5 yang telah berumur 28 hari. Sampel ditimbang dan angkanya dicatat disebut dengan massa kering (Wk). Sampel lalu direndam selama 24 jam dan dikeringkan dengan kertas koran lalu ditimbang dan dicatat disebut dengan massa basah (Wb). Setelah diketahui nilainya, maka serapan air sampel dapat dihitung dengan Persamaan 3:

$$\text{Daya serap air \%} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots(3)$$

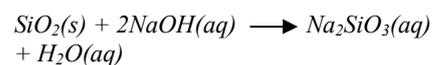
Dimana : mb = massa basah benda uji ( gr )  
mk = massa kering benda uji ( gr )

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 PEMISAHAN SILIKA DARI PASIR

Pasir bersih didispersikan dalam larutan natrium hidroksida. Penggunaan larutan natrium hidroksida selain dapat melarutkan silika juga dapat melarutkan logam alkali yang terdapat dalam pasir. Silika dapat larut pada kondisi pH > 9 (Smitha, 1992). Hasil pelarutan terdiri atas dua fase yaitu fase padat dan fase cair. Setelah disaring didapatkan filtrat dan residu, residu ini berupa endapan coklat kehitaman yang mengandung pengotor oksida besi dan karbon. Filtrat yang diperoleh ditampung karena terdapat natrium silika yang ikut terlarut.

Pada ekstraksi silika dari pasir dengan natrium hidroksida membentuk larutan natrium silikat mengikuti persamaan reaksi (Scott, 1993):



Mekanisme reaksi yang diperkirakan pada pembentukan natrium silikat.

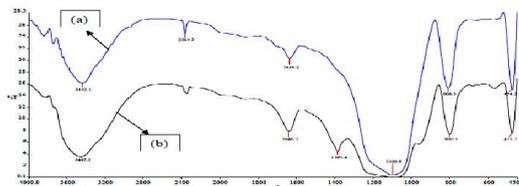
Selanjutnya filtrat yang masih mengandung ion logam alkali diendapkan

dengan menambahkan asam nitrat 65%. Asam nitrat 65% ditambahkan per tetes untuk menghindari penggumpalan silika secara parsial dan mendapatkan silika yang lebih murni. Dengan penambahan asam nitrat 65% dihasilkan larutan berwarna cokelat dan endapan putih yang diindikasikan sebagai silika. Kemudian endapan disaring dengan corong Buchner dan dicuci dengan air suling hingga pH air hasil pencucian netral.

### 3.2 KARAKTERISASI SILIKA PASIR

#### 3.2.1 Analisis FTIR

Silika yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu molekul. Spektrum silika murni dan silika pasir.



**Gambar 1.** Spektrum FTIR silika (a) silika komersial (b) silika pasir

Hasil analisis spektra FTIR silika pasir hasil sintesis dengan silika komersial dapat dilihat dari Tabel 2.

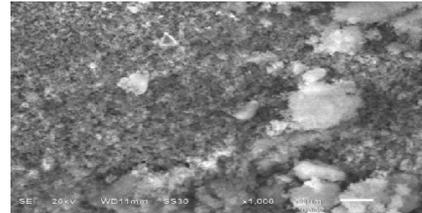
**Tabel 2.** Hasil analisis spektra FTIR silika pasir hasil sintesis dengan silika literatur.

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	
	Silika komersial	Silika pasir
vibrasi ulur O-H dari (=Si-OH)	3443,0	3432,3
Vibrasi ulur C=O	1637,4	1642,7
Vibrasi tekuk =Si-OH		1385,0
Vibrasi ulur asimetris =Si-O dari (=Si-O-Si=)	1100,5	1086,5
Vibrasi ulur simetris dari =Si-O pada (=Si-O-Si=)	808,5	720,4,0
vibrasi tekuk =Si-O pada (=Si-O-Si=)	475,3	471,1

Spektrum dari beberapa puncak yang menunjukkan adanya gugus-gugus fungsi dalam sampel, baik yang dimiliki oleh silika atau gugus fungsi dari pengotor yang tidak dapat dibersihkan seluruhnya. Puncak utama yang diyakini berkaitan dengan gugus fungsi pada silika adalah pada bilangan gelombang 3446,7 cm<sup>-1</sup>. yang menyatakan bahwa spektrum inframerah silika pasir umumnya diketahui

memiliki puncak yang khas dan kuat sekitar bilangan gelombang 1095,5 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus fungsi siloksan Si-O-Si (Daifullah dkk., 2003, Adam dkk., 2006). Adanya gugus fungsi Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 475,7 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan ikatan Si-O (Mohamed et al., 2007).

#### 3.2.2 Analisis SEM



**Gambar 2.** Morfologi silika pasir pada perbesaran 1000 kali

Dari hasil karakterisasi permukaan dengan menggunakan SEM-EDX, Kandungan silika yang didapat dari pasir hasil karakterisasi menunjukkan bahwa kemurnian silika yang diperoleh adalah 86,93% dengan kesalahan sebesar 0,56%. Dapat dilihat hasil karakterisasi bahwa masih terdapat pengotor diantaranya adalah natrium. Diindikasikan terdapat natrium dalam proses ekstraksi, silika akan larut dalam suasana basa dan akan mengendap pada kondisi asam.

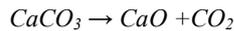
**Tabel 3.** Komposisi unsur-unsur yang ada pada sampel hasil karakterisasi dengan menggunakan SEM-EDX.

Komposisi dalam silika pasir	Persentase (%)
C	8,36
Na <sub>2</sub> O	4,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,34
SiO <sub>2</sub>	86,93
CaO	0,12

### 3.3 PEMBUATAN BATA BETON RINGAN

Pada pembuatan bata beton ringan melalui 3 tahap yaitu perlakuan awal, proses pencampuran dan proses curing. Pada tahap awal, perlit dimasukan ke dalam oven dengan suhu 1500°C selama 3 jam. Proses pemanasan ini dilakukan untuk memperoleh material perlit dengan gradasi tertentu. Pada temperatur ini air

terpisah dan partikel batuan mengembang membentuk gelembung yang berisi udara di dalamnya. Kemudian semua bahan yang digunakan digerus dan disaring dengan saringan 100 mesh. Bahan baku kapur sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan proses kalsinasi. Kapur tohor dibakar di dalam oven dengan suhu 980 °C. Hal ini dilakukan untuk membuang karbonat (CO<sub>3</sub>) yang terdapat pada kapur sehingga kandungan kapur hanya kalsium oksida (CaO) sesuai dengan reaksi:



Hasil adukan yang telah telah rata dimasukan ke dalam cetakan yang sudah disiapkan. Masa cor yang di masukan kedalam cetakan dipadatkan secara merata agar tidak ada bagian yang kosong dalam cetakan. Selanjutnya masa *curing* dilakukan selama 14 dan 28 hari di suhu ruangan. Jika suhu yang terlalu rendah maka pengeringan bata beton tidak akan optimum sedangkan pengeringan pada suhu yang terlalu tinggi atau di bawah matahari maka bata beton akan retak-retak. Bata beton ringan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bata beton ringan

### 3.4 KARAKTERISASI BATA BETON

#### 3.4.1 Kuat tekan bata beton

Untuk mengetahui kuat tekan beton, maka dilakukukan uji dengan UTM. Pada uji UTM diketahui besarnya kekuatan suatu beton dari hasil tekan yang berasal dari UTM. Dari hasil uji yang di lakukan maka didapatkan nilai kuat tekan sesuai dengan Tabel 4.

Tabel 4. Kuat tekan bata beton

Komposisi	Nilai Kuat Tekan kg/cm <sup>2</sup>	
	14 hari	28 hari
1	75,84	110,87
2	57,23	89,82

3	86,43	102,26
4	64,62	92,48
5	56,76	97,93
6	47,85	69,65

Dari hasil pengujian dapat diketahui komposisi 1 pada masa *curing* 28 hari merupakan titik optimum kuat tekan yang dicapai dengan nilai kuat tekan 110,87 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.4.2 Berat jenis bata beton

Hasil penguran berat jenis bata beton dapat dilihat dari Tabel 5.

Tabel 5. Berat jenis bata beton

Komposisi	Berat Jenis kg/m <sup>3</sup>
1	1162,73
2	1421,26
3	1046,54
4	1178,72
5	1672,28
6	1814,40

Penggunaan pasir silika, perlit, dan batu apung yang merupakan agregat ringan sangat mempengaruhi berat jenis bata beton ringan. Dari rancangan komposisi yang digunakan komposisi 3 memiliki berat jenis yang paling kecil. Faktor lain yang mempengaruhi berat jenis adalah penggunaan serbuk alumunium dan silika fume.

#### 3.4.3 Daya serap air

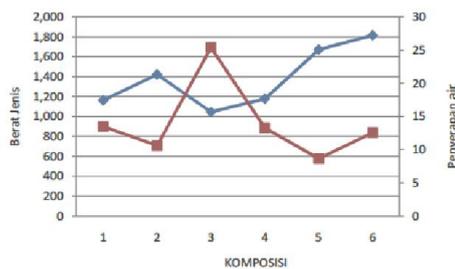
Daya serap air sangat dipengaruhi oleh banyaknya pori-pori di permukaan dan di dalam bata beton. Hasil pengukuran daya serap air dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penyerapan bata beton ringan

Komposisi	Penyerapan air %
1	13,47
2	10,62
3	25,41
4	13,27

5	8,62
6	12,56

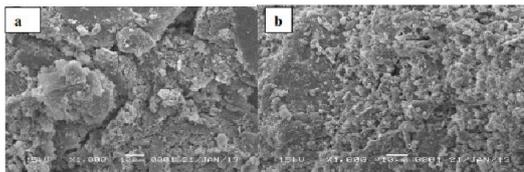
Semakin banyak pori pori pada beton akan semakin besar penyerapan air pada beton, dan semakin sedikit pori pori pada bata beton maka semakin kecil penyerapan air pada bata beton sehingga mutu bata beton yang dihasilkan juga akan semakin bagus. Hal ini sangat berbeda dengan dengan berat jenis bata beton. Pada Gambar 5 dapat dilihat semakin kecil berat jenis bata beton maka penyerapan air akan semakin besar dan sebaliknya. Penambahan silika fume dapat meminimalisir besarnya daya serap air, karena silika fume akan menutupi pori pori pada bata beton. Hal ini dapat dilihat dari komposisi 6 yang memiliki berat jenis yang besar tetapi tidak memiliki penyerapan air yang kecil, karena komposisi 6 tanpa penambahan silika fume. Perbedaan antara berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan berat jenis dan penyerapan air bata beton ringan

### 3.4.4 Analisis mikrostruktur

Analisa mikrostruktur dari bata beton ringan silika dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), guna untuk melihat bentuk dan ukuran partikel penyusunnya. Pada analisa mikrostruktur dibandingkan dua bata beton yang dibuat secara konvensional yaitu komposisi 6 yang dapat dilihat dari Gambar 6a dan bata beton ringan dengan hasil karakterisasi terbaik yaitu komposisi 1 yang dapat dilihat dari Gambar 6b.



Gambar 5. Analisis mikrostruktur (a) Komposisi 6 (b) Komposisi 1 pada pembesaran 1000 X

Berdasarkan hasil analisis SEM dari dua sampel bata beton yaitu komposisi 6 dan komposisi 1 dapat dilihat perbedaan permukaan yang sangat signifikan. Pada gambar 6a yang merupakan komposisi 6 terlihat ukuran partikel penyusun yang tidak sama dan terdapat pori - pori pada permukaan bata beton. Pada komposisi 1 yang dapat dilihat pada gambar 6b ukuran partikel penyusun terlihat hampir sama. Pori - pori pada permukaan komposisi 1 lebih kecil dibandingkan dengan komposisi 6, hal ini dikarenakan oleh penambahan silika fume pada komposisi ini. Silika akan menutup pori - pori pada bata beton ringan.

## 4.KESIMPULAN

1. Komposisi silika yang terkandung dalam pasir limbah adalah 19,6 % dengan kemurnian 86,93 %.
2. Komposisi terbaik dari pembuatan bata beton ringan sesuai dengan standar SNI adalah komposisi 1 yang terdiri atas 26% perlit, 12 % kapur tohor, 15% semen portland, 25% pasir silika, 15% batu apung, 5 % *silica fume*, 1% serbuk aluminium, dan 1% *foaming agent*.
3. Komposisi 1 memiliki kuat tekan 110,87 Kg/cm<sup>2</sup>, berat jenis 1167,73 Kg/cm<sup>3</sup>, dan penyerapan air sebesar 13,27 %.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. **ARIK,H.,CENGIZ**,2001. Investigation of Influence of Pressing and Sintering Temperature on The Mechanical Properties of Al Composit Material. Turkish Journal .Tubiak, 27 pp 53-58.
2. **BARSOEM, M.W.**1997. Fundamentals of Ceramics. Mc Graw- Hill Company. New York.
3. **CLARKE & JOHN, L.** 1993.Struktural Lightweight Aggregate Concrete. Blackie Academic & Professional. USA.
4. **GUEVARA, T.,WILLIAM, M., BURKIRK, K., HUGHES, R.**, 2010. Lighweight Concrete Compositions. Journal Nova Chemical Inc. Moon Township. USA.
5. **MOHAMED, M.M., F.I. ZIDAN, & M. THABET.** 2007. Synthesis of ZSM-5 from

- Rice Husk Ash: Characterization and Implications for Photocatalytic Degradation Catalysts. Microporous and Mesoporous Materials.
6. **OKAMURA, H.** 1996. Compacting High-Performance Concrete, Ferguson Lecture. New Orleans.
  7. **RUSLI, IWAN SUPRIJANTO, I GD PUTRA BUDIANA.** 2009. Standarisasi Limbah Batu Apung Sebagai Bahan Bangunan. Prosiding PPI Standarisasi 2009. Jakarta, hal 1-13 .
  8. **SCOTT, R.P.W.** 1993. Silika Gel and Bonded Phases: Their Production, Properties and Use in LC. John Wiley & Sons. Toronto.
  9. **SMITHA, B., M. RAMAKRISHNA, S. SRIDHAR, & D. SUHANYA.** 2004. Separation of Organic Organic Mixtures by Pervaporation: a Review. Journal of Membrane Science. **241**, 1-21.
  10. **SURIPTO, SUBARI dan ARISTANTO.** 2007. Pembuatan Bata Beton Berlubang. Balai Besar Keramik. Badan Litbang Industri. Depertemen Perindustrian.
  11. **MOHAMED, M.M., F.I. ZIDAN, & M. THABET.** 2007. Synthesis of ZSM-5 from Rice Husk Ash: Characterization and Implications for Photocatalytic Degradation Catalysts. Microporous and Mesoporous Materials.
  12. **VAN VLACK., L.H.,** 1985, Ilmu Dan Teknologi Bahan, Edisi V, hal 237 – 241, Erlangga, Jakarta.

## **DISKUSI**

### **Muhayatun**

1. Berapakah kadar Si yang diperoleh dibandingkan dengan yang dipasaran?
2. Apakah kadar silica tiap limbah berubah-ubah?
3. Bagaimana efisiensi kadar silica tersebut dengan aplikasinya?

### **Nici Trisko**

1. Kadarnya 19,6% untuk skala limbah sangat kecil dan kemurniannya dilihat dari EDX
2. Kadar silica selalu berubah-ubah.
3. Pemanfaatan silica dengan aplikasi melalui teknoekonomi belum dikaji lebih lanjut.