



Available at [www.mst.ft.ugm.ac.id](http://www.mst.ft.ugm.ac.id)  
Jurnal Sistem Teknik



## PENGGUNAAN BATU BUATAN DARI LIMBAH BATU PUTIH SEBAGAI PENGGANTI BATU ALAM PADA INDUSTRI KERAJINAN BATU UKIR

Satya Kristiawan<sup>1</sup>, Iman Satyarno<sup>2</sup> dan PC. Sumardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Konsentrasi Teknologi Industri Kecil Menengah, Minat Studi Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

\*Korespondensi : [saktris@plasa.com](mailto:saktris@plasa.com)

### Abstract

Generally, the rubbish yielded from carved stone (a kind of stalactite from sedimentary rock) is used for back filling on some building or even being thrown. Actually, the demands of the carved stone industry both as the interior and exterior ornaments for beautiful design are increasing, automatically there will be more carved stone rubbish that are not used. Along with increasing production of carved stone, the need of the raw materials will also be increasing, and it will cause the speeding up of environment damage. The research is conducted based on following purposes:

- To make use the rubbish yielded from the rest product of carved stone industry,
- To decrease the mineral group C mining excavation in the effort of saving the environments.
- To create the new material and new innovation in carved stone manufacture industry.

In this research, the researcher used 36 testing cubes in 15 x 15 x 15 cm size as the instruments for testing the pressing power rate of 1, 7 and 28 days, a number of 48 cubes in 7,5 x 7,5 x 7,5 cm size were also used for testing the water absorbing rate, water content, mortar pulling power and mortar depreciation. Eight cylinders forms in 15 cm diameter and 30cm height were incorporated for testing the new Mortar Elasticity Modulus at each variation of mixing 1 Pc : 2 Ag.h, 1 Pc : 4 Ag.h, 1 Pc : 6 Ag.h and 1 Pc : 8 Ag.h.

The result of the test show that the more content of cement increase strength and more cost. The use colour cement will be expensive. In the application made mortar the use cast of more will be profit of cost and times. The use mortar as the substitute of natural stone will be to decrease the mineral mining excavation in the effort of saving the environments. The lathe and sculpting test have also been done on this mixing with the result that is very close to the nature stone, even, the coloring action can also be done to add the artistic value.

### Sejarah:

Diterima 10 Mei 2010

Diterima revisi 2 Juni 2010

Disetujui 1 Juli 2010

Tersedia online 1 Agustus 2010

### Keywords:

Carved Stone Rubbish  
Environment Damage  
Mortar

### 1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya permintaan produksi batu ukir maka kebutuhan akan bahan baku batu ukir meningkat. Kerusakan lingkungan akibat penambangan galian golongan C untuk bahan baku batu ukir sudah pada tahap yang mengawatirkan, ketika batu diambil lahan yang ditinggalkan berupa lubang-lubang besar yang rawan longsor dan berbahaya bila musim hujan tiba.

#### Semen Portland

Semen putih biasanya digunakan untuk bangunan yang artistik dan dekoratif serta untuk pemasangan keramik, kelebihan semen putih dari semen biasa adalah lebih cepat mengeras karena lebih banyak mengandung silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dan dapat diberi warna jika diinginkan. (Satyarno, 2004) dan juga tidak mengandung kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) sehingga tidak menimbulkan pencemaran (Neville and Brooks, 1987).

#### Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton, Agregat

ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume mortar atau beton walaupun namanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/ beton. (Tjokrodimulyo, 1996)

Bahan baku batu ukir yang dipakai adalah batu alam dari batuan sedimen jenis batu putih yang dibedakan menjadi batu lunak, sedang dan keras (Frick dan Koesmartadi, 1999).

Batu kapur warna putih kekuning-kuningan dengan unsur kandungan  $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$  termasuk tipe batuan sedimen (Widiasmoro, 2004).

#### Air

Air didalam alam yang tidak mengandung kotoran dapat dipakai untuk membuat mortar atau beton, kotoran-kotoran berupa lempung, kotoran organis, garam dan asam. Air laut misalnya tidak dapat dipakai untuk membuat mortar/ beton.

**MORTAR**

**Nilai Sebar dan Faktor Air Semen (fas)**

Nilai sebar dan faktor air semen sangat berkaitan, faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan semen portland yang dipakai dalam pembuatan mortar. Nilai fas sangat mempengaruhi kekentalan dan kekuatan adukan mortar.

**Berat Jenis Mortar**

Berat jenis mortar diperoleh dengan membagi berat kubus mortar dengan volume mortar, pemeriksaan ini dilakukan pada saat mortar berumur 28 hari.

**Kuat Tekan Mortar**

Uji kuat tekan mortar dilakukan pada kubus dengan ukuran sisinya 15 cm pada umur 1 hari, 7 hari dan 28 hari. Benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah, Beban tekan maksimum yang memecahkan mortar dibagi dengan luas penampang kubus. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam MPa.

**Kuat Tarik Mortar**

Uji kuat tarik dilakukan dengan membuat mortar dalam bentuk seperti angka delapan. Benda uji setelah mengeras ditarik dengan alat uji cement briquettes. Nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas penampang yang terkecil (mm<sup>2</sup>).

**Serapan Air**

Serapan airmortar adalah perbandingan antara berat air yang terserap dengan berat mortar kering oven. Pengujian dilaksanakan pada umur 28 hari, serapan air dinyatakan dalam persen (%).

**Susutan Mortar**

Pengujian susutan mortar dilakukan pada umur 1 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Nilai susut mortar diperoleh dari susutan mortar ( $\Delta l$ ) dibagi dengan panjang awal ( $l_0$ ) dan dinyatakan dalam persen (%).

**2. Metodologi**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Univeritas Gadjah Mada dari tanggal 12 Juli sampai 25 Agustus 2004.

1. Pengujian Sifat-sifat Dasar Agregat Halus  
Tahap ini meliputi pemeriksaan gradasi agregat halus, berat jenis, kandungan lumpur, pengujian berat satuan dan Kadar air agregat halus.
2. Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Mortar  
Variasi adukan mortar dengan perbandingan semen dan agregat halus adalah 1Pc : 2 Ag.h; 1 Pc : 4 Ag.h; 1 Pc : 6 Ag.h dan 1 Pc : 8Ag.h dengan ukuran benda uji kubus dengan sisi 15 cm sebanyak 36 buah untuk uji tekan, kubus dengan sisi 7,5cm sebanyak 12 buah untuk uji serapan air, Angka delapan sebanyak 12 buah untuk uji tarik balok 5 x 5 x 30 cm sebanyak 8 buah untuk pengujian susutan mortar dan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 8 buah untuk uji modulus elastisitas mortar.

3. Pengujian Penggunaan Batu Buatan  
Pengujian pembuatan mortar dilaksanakan dengan dibubut, dipahat dan dicetak.

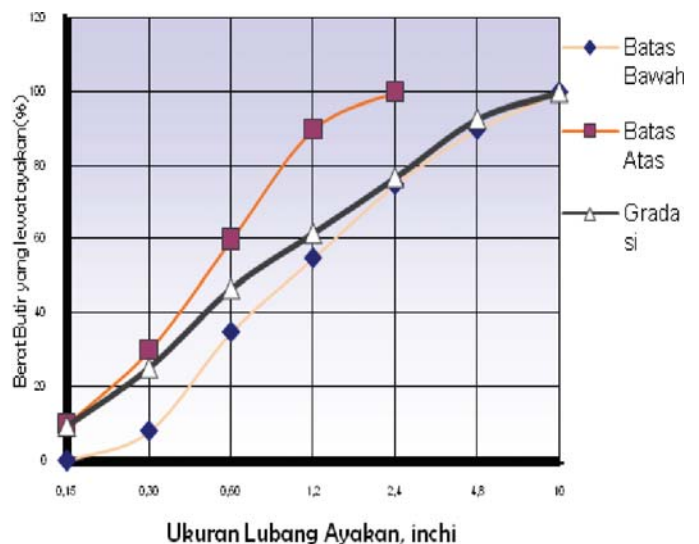
**3. Hasil dan Pembahasan**

**Pengujian Agregat halus**

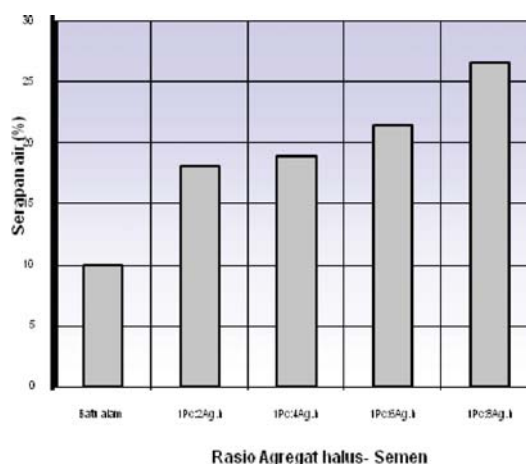
Dari hasil pengujian gradasi agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini didapat (1) nilai modulus halus butir rata-rata sebesar 2,87 dimana menurut *British Standard* termasuk dalam golongan II, (2) Berat jenis nilai rata-rata sebesar 2,350 termasuk agregat ringan, (3) penyerapan air sebesar 23,330 %, (4) kandungan lumpur nilai rata-rata sebesar 7,870%. Pada Gambar 1 terlihat bahwa gradasi agregat halus termasuk pada golongan II yaitu agregat halus dengan butiran agak kasar.

**Pengujian Mortar**

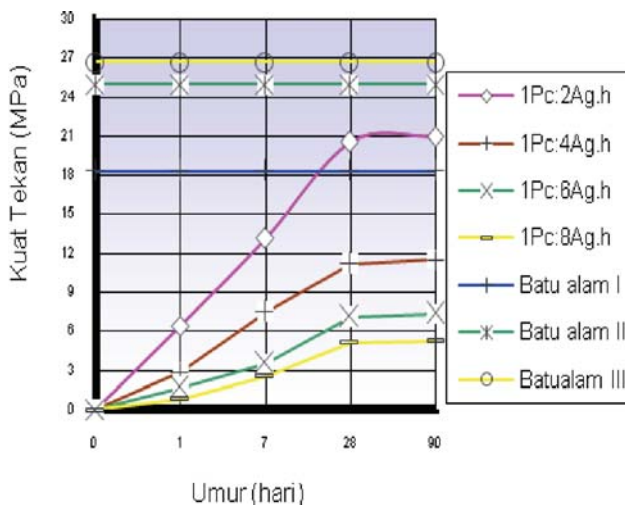
Dari pengujian mortar yang dilaksanakan dengan campuran variasi adukan 1Pc : 2 Ag.h, 1 Pc : 4 Ag.h, 1 Pc : 6 Ag.h dan 1Pc : 8Ag.h meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik, susutan mortar, berat jenis, serapan air dan modulus elastisitas mortar dengan nilai seperti yang terlihat pada Gambar dibawah ini.



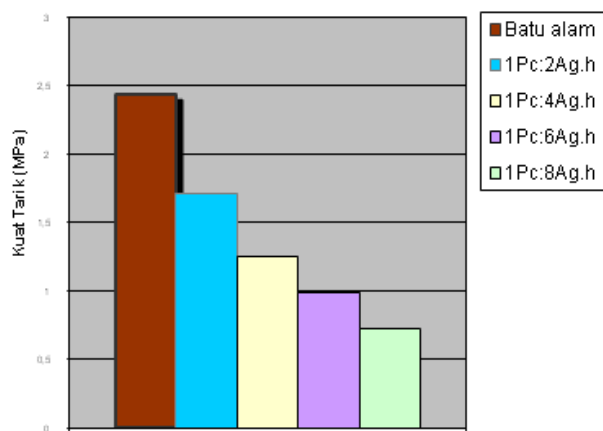
Gambar 1. Gradasi agregat halus



Gambar 2. Serapan Air



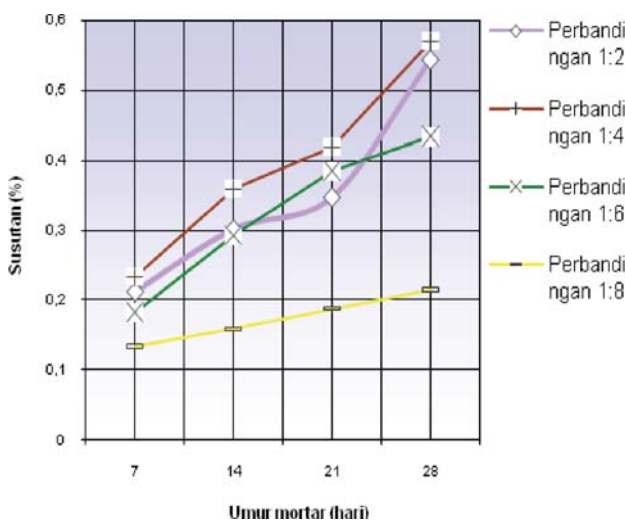
Gambar 3 Kuat Tekan



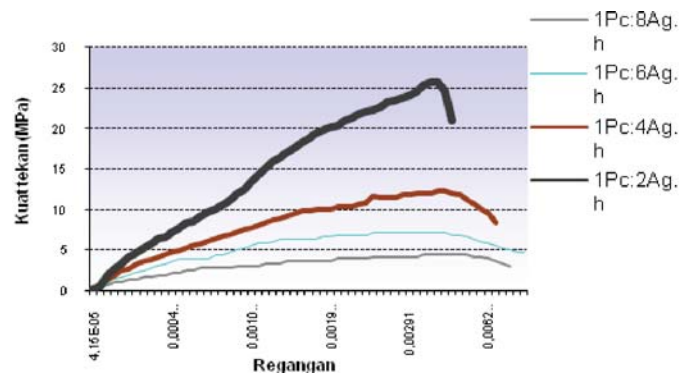
Gambar 4 Kuat Tarik

**Serapan air mortar**

Dari Gambar 2 Serapan airmortar tertinggi pada campuran 1 Pc : 8 Ag.h sebesar 26,48%, yang dapat disimpulkan semakin sedikit pasta semen nilai serapan air akan tinggi hal ini terjadi karena rongga-rongga agregat tidak tertutup pasta semen. Resapan air pada mortar dapat bertambah atau berkurang karena bertambahnya jumlah air dan semen.



Gambar 5. Susutan mortar



Gambar 6. Modulus elastisitas Kuat tekan

Kuat tekan maksimum dicapai pada campuran 1Pc : 2 Ag.h sebesar 20,55 Mpa (Gambar3). Makin sedikit pasta semen kuat tekannya makin rendah. Penurunan kuat tekan akibat kurangnya pasta semen, sehingga antar butir-butir agregat terdapat rongga.

**Kuat tarik**

Pengujiankuat tarik dilakukan pada 3 benda uji pada umur 28 hari setiap adukan. Pada Gambar 4 terlihat kuat tarik maksimum pada campuran 1 Pc : 2 Ag.h sebesar 1,71 MPa yang mendekati kuat tarik batu alam 2,436 MPa.

**Susutan mortar**

Pengujian susutan mortar dilaksanakan pada umur 1 hari, 7 hari, 14hari , 21 hari dan 28 hari pada setiap variasi adukan. Gambar 5

**Modulus elastisitas**

Banyaknya pasta semen akan mempengaruhi kuat tekan mortar dan regangan yang terjadi akibat beban tekan. Semakin banyak pasta semen regangan yang terjadi semakin kecil. Hal ini disebabkan karena ikatan antara pasta dan agregat halus semakin padat. Dari Gambar 6 kuat tekan maksimum dengan regangan minimum terdapat pada campuran 1Pc : 2 Ag.h. Dari hasil pengujian mortar sebagai pengganti batu alam yang mendekati karakteristik kekuatan batu alam pada campuran 1 Pc : 2 Ag.h seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian mortar agregat halus batu putih

Uraian Pengujian rata-rata	Satuan	Batu Alam	Campuran Adukan			
			1Pc:2 Ag.h	1Pc: 4 Ag.h	1Pc: 6 Ag.h	1Pc : 8Ag.h
Faktor air semen	-	-	0,72	1,05	1,50	2,05
Nilai sebar	(%)	-	83,50	79,75	85,75	82,50
Berat jenis	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,804	1,811	1,722	1,750	1,709
Kuat tekan	(Mpa)	23,308	20,550	11,190	7,123	5,110
Regangan maks	(mm)	-	0,0037	0,00394	0,00395	0,00454
Serapan air	(%)	9,98	18,09	18,91	21,38	26,48
Susutan mortar	(%)	-	0,5445	0,4570	0,434	0,215
Kuat tarik mortar	(Mpa)	2,436	1,710	1,252	0,994	0,726

Tabel 2. Harga Mortar Tiap m<sup>3</sup> Tanpa Begesting

No	Perbandingan Adukan	Kebutuhan Bahan (kg)		Harga Satuan (Rp)		Jumlah Harga (Rp)		Total Harga (Rp)
		Ag.h	Semen	Ag.h	Semen	Ag.h	Semen	
I	<b>1Pc : 2 Ag.h</b>							
	a. Semen Putih b. Semen Warna	1101,8	550,93	275	1125 2400	302.995	619.796 1.322.233	922791 1.625227
II	<b>1Pc : 4 Ag.h</b>							
	c. Semen Putih d. Semen Warna	1377,8	344,46	275	1125 2400	378.903	387.517 826.704	766420 1.205607
III	<b>1Pc : 6 Ag.h</b>							
	e. Semen Putih f. Semen Warna	1483,8	247,31	275	1125 2400	408.056	278.223 593.544	686280 1.001600
IV	<b>1Pc : 8 Ag.h</b>							
	g. Semen Putih h. Semen Warna	1530,0	191,26	275	1125 2400	420.775	215.168 459.024	635942 879799
V	<b>Batu Alam</b>	-	-	-	-	-	-	875000

Sumber Harga semen TB Santoso Kebonpolo Magelang

Tabel 3 Persentase Harga Satuan Mortar 1 m<sup>3</sup>

No	Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Persentase (%)
I	1 Pc : 2 Ag.h				
	1 Semen	550,93 kg	1.125,00	619.796,25	66,45
	2 Agregat halus	1.101,86 kg	275,00	303.011,50	32,48
	3 Air	396,00 lt	-	-	0,00
	4 Begesting	LS	10.000,00	10.000,00	1,07
	<b>Jumlah</b>			<b>932.807,75</b>	<b>100,00</b>
II	1 Pc : 4 Ag.h				
	1 Semen	344,46 kg	1.125,00	387.517,50	49,91
	2 Agregat halus	1.377,83 kg	275,00	378.903,25	48,80
	3 Air	361,68 lt	-	-	0,00
	4 Begesting	LS	10.000,00	10.000,00	1,29
	<b>Jumlah</b>			<b>776.420,75</b>	<b>100,00</b>
III	1 Pc : 6 Ag.h				
	1 Semen	247,31 kg	1.125,00	278.223,75	39,96
	2 Agregat halus	1.483,84 kg	275,00	408.056,00	58,61
	3 Air	370,96 lt	-	-	0,00
	4 Begesting	LS	10.000,00	10.000,00	1,43
	<b>Jumlah</b>			<b>696.279,75</b>	<b>100,00</b>
IV	1 Pc : 8 Ag.h				
	1 Semen	191,26 kg	1.125,00	215.167,50	33,31
	2 Agregat halus	1.530,09 kg	275,00	420.774,75	65,14
	3 Air	392,09 lt	-	-	0,00
	4 Begesting	LS	10.000,00	10.000,00	1,55
	<b>Jumlah</b>			<b>645.942,25</b>	<b>100,00</b>

Persentase harga semen tertinggi pada campuran 1 Pc : 2 Ag.h yaitu 66,45%, adapun pada campuran adukan lainnya cenderung menurun. Hal ini disebabkan pada perbandingan campuran 1 Pc : 2 Ag.h persentase pemakaian semen lebih banyak. Sebaliknya persentase harga agregat tertinggi pada campuran adukan 1 Pc : 8 Ag.h. sebesar 65,14%. Harga tertinggi pada campuran 1 Pc : 2 Ag.h (Tabel 3). Pada perhitungan diatas harga air tidak diperhitungkan karena mudah didapat.

### Tinjauan Lingkungan

Pada dasarnya tidak ada bahan/material yang ada di dunia ini yang tidak dapat dimanfaatkan asalkan sesuai dengan bidangnya (Tjokrodimulyo, 1996).

Untuk mengurangi kerusakan lingkungan dan adanya limbah batu ukir. Salah satu pemecahannya adalah dengan memanfaatkan kembali limbah batu tersebut dengan mencampurkan dengan semen pada perbandingan tertentu untuk dibuat mortar sebagai batu buatan.

### Tinjauan Aestetika

Penggunaan semen putih menghasilkan mortar warna putih kekuning-kuningan. Semen berwarna akan mendapatkan mortar dengan warna sesuai dengan warna semen.

### Pengujian pembuatan mortar batu buatan

Pembuatan motif mortar sebagai batu buatan untuk industri kerajinan batu ukir dapat dilakukan dengan : (1) dipahat/diukir (2) dibubut dan (3) dicetak.

### 4. Kesimpulan

- Dengan mempertimbangkan hasil analisis dan Harga mortar dengan memakai semen putih mencapai harga kompetitif dibandingkan dengan batu alam didapatkan pada campuran adukan 1Pc: 4 Ag.h yaitu sebesar Rp. 776.420,75/m<sup>3</sup>.
- Untuk pemakaian semen berwarna semua variasi campuran adukan harganya lebih mahal, pemakaian semen berwarna akan lebih bermanfaat untuk pemakaian mortar yang menonjolkan pada warna dan seni/artistik.
- Pada tinjauan lingkungan dan Aestetika/artistik pewarnaan penggunaan mortar akan lebih bermanfaat karena produk tersebut lebih menarik dan ramah lingkungan.
- Harga akan menguntungkan apabila diproduksi di Kabupaten Magelang pada skala industri kecil, ongkos transportasi dan pemecahan limbah batu ukir bisa dipangkas dan pengeluaran biaya hanya pada harga semen dan upah tenaga.
- Pembuatan mortar dengan metode cetakan dalam jumlah banyak/masal pada bentuk dan ukuran yang sama akan lebih menguntungkan dibanding dengan menggunakan batu alam dengan cara diukir.
- Agregat halus termasuk jenis agregat ringan dengan berat satuan gembur sebesar 1,058 gr/cm<sup>3</sup> dan berat jenisnya 2,350, dimana agregat normal berat jenisnya 2,500 sampai 2,700.
- Bila dibandingkan dengan penelitian lainnya yang menggunakan pasir normal maka nilai kekuatan nilai kuat tekan, kuat tarik dan berat jenis lebih kecil, sebaliknya nilai serapan air dan faktor air semen menjadi besar pada variasi campuran adukan sama.

Pada uji coba pembuatan kerajinan batu ukir dengan menggunakan bahan baku buatan dari mortar dapat dikerjakan dengan cara: dipahat/diukir, dibubut dan dicetak.

**Daftar Pustaka**

- Frick, H dan Koesmartadi, C.H. 1999. Ilmu Bahan Bangunan, Eksploitasi , Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan, Penerbit Kanisius Soegiyapranata University Press, Semarang.
- Neville, A.M. and Brooks, J.J. 1987. Concrete Technology , Longman Scientific and Technical Published in The US with John Wiley & Sons Inc. New York.
- Satyarno. I. 2004. Penggunaan Semen Putih untuk Beton Styrofoam Ringan (BATAFOAM), Seminar Nasional Inovasi Teknologi Bahan Bangunan untuk Meningkatkan PAD dan Beberapa Kemajuan untuk Menyelesaikan Permasalahan Bidang Teknik Sipil, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. Teknologi Beton, Nafiri. Yogyakarta.
- Widiasmoro, 2004. Eksploitasi Geologi Tipe Bangunan, Seminar Nasional Inovasi Teknologi Bahan Bangunan untuk Meningkatkan PAD dan Beberapa Kemajuan untuk Menyelesaikan Permasalahan Bidang Teknik Sipil, Yogyakarta