

## Pengujian Sifat Mekanik Batako Yang Dicampur Abu Terbang (Fly Ash)

Henok Siagian dan Agus Dermawan

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Medan  
Jl. Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221

Diterima 15 Februari 2011, disetujui untuk publikasi 28 Maret 2011

**Abstract** *The research carried out "Testing of the Mechanical Properties of the Mixed Blocks of Concrete with Fly Ash". The purpose of this study is to investigate the effect of the addition of bricks of fly ash from the mixture of compressive strength and tensile strength of concrete blocks. Fly ash is used in the study were taken from PT. Alfaco Citra Abadi in Deli Tua Kabupaten Deli Serdang. In addition to the variations of the fly ash of 5%, 10% and 15% of the mass of cement. The test results are obtained: compressive strength of 20.76 MPa and tensile strength of 1.168 MPa for the addition of 5% fly ash ; the compressive strength of 26.00 MPa and tensile strength of 2.166 MPa for the addition of fly ash of 10% ; the compressive strength of 22.40 MPa and tensile strength MPa 1.634 for the addition of fly ash of 15%. Concrete blocks normal (without fly ash) has a compressive strength 16.46 MPa and tensile strength of 0.876 MPa. With the addition of fly ash bricks fine mixture between the strength of performance from 5% to 10% compression and tensile strength of concrete blocks that increase, while to the addition of fly ash from 15% in concrete block yields a mixture of compressive strength and tensile strength decreased. Physical characteristics of brick mixed with fly ash is lighter and more compact compared with fly ash bricks, without mixed. [TESTING OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE MIXED BLOCKS OF CONCRETE WITH FLY ASH] (J. Sains Indon., 35(1): 23 - 28, 2011)*

**Kata kunci:**  
Sifat mekanik, batako,  
abu terbang

### Pendahuluan

Dewasa ini terjadi peningkatan kebutuhan bahan bangunan, oleh karena itu perlu disikapi bagaimana pemanfaatan dan penemuan bahan bangunan baru yang mampu memberikan alternatif kemudahan pengerjaan serta penghematan dalam biaya (Mulyono, 2006). Komponen suatu bangunan dinding biasa digunakan adalah bata beton. Mulyono (2006) mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Sedangkan Sagel dkk. (1994) menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Penggunaan bata beton dinilai lebih praktis, ekonomis dan sudah banyak diproduksi dengan harga yang relative lebih murah dibanding dengan batu bata merah. Praktis karena bahannya mudah didapat, pemasangan mudah, dalam pemasangannya tidak membutuhkan banyak bahan pendukung serta penggunaan tenaga kerja yang relatif lebih sedikit.

Di Indonesia banyak sekali bahan-bahan lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan untuk campuran bahan susun bata beton berlubang terutamanya bahan ikatnya. Karena

produksi semen portland di Indonesia merupakan salah satu tumpuan komoditi ekspor khususnya untuk Asia Tenggara, maka perlu diusahakan adanya bahan pengikat alternatif yang diperuntukkan pada bangunan struktural maupun non struktural. Salah satu bahan ikat alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi pemakaian semen portland adalah abu terbang (*fly ash*). Abu terbang adalah bagian dari abu bakar yang berupa bubuk halus dan ringan yang diambil dari campuran gas tungku pembakaran yang menggunakan bahan batubara. Abu terbang diambil secara mekanik dengan sistem pengendapan elektrostatis (Hidayat, 1993). Abu terbang mempunyai butiran yang lebih halus dari semen portland dan mempunyai sifat hidrolis seperti pozzolon. Dengan sifat pozzolon, maka dapat mengubah kapur bebas sebagai mortar udara menjadi mortahidrolis. Abu terbang tidak sekedar menambah kekuatan mortar, karena secara mekanik abu terbang ini akan mengisi ruang kosong (rongga) diantara butiran-butiran semen, dan secara kimiawi akan memberikan sifat hidrolis pada kapur mati yang dihasilkan dari hidrasi, dimana mortar hidrolis ini akan lebih

kuat dari pada mortar udara (kapur mati + air) (Husin, 1998).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Prakoso (2006) menunjukkan bahwa dengan penambahan abu terbang pada campuran batako sebesar : 3 %, 6 %, 9 %, diperoleh kuat tarik sebesar 0.5 MPa, 0.8 MPa, 1.0 MPa dan untuk batako normal sebesar 0.3 MPa. Sedangkan untuk kuat tekan diperoleh 15.0 MPa, 18.3 MPa, 20.1 MPa, dan untuk batako normal sebesar 13.0 MPa. Penelitian tersebut menunjukkan adanya pengaruh penambahan abu terbang terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tekan batako. Berdasarkan uraian di atas perlu penelitian lanjutan untuk mendapatkan data kekuatan tekan pada komposisi 5%, 10%, 15%, dengan menambahkan limbah sisa pembakaran batu bara (*fly ash*) terhadap campuran batako. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap kekuatan tekan dan kekuatan tarik batako dan persentasi maksimal abu terbang (*fly ash*) pada campuran batako untuk memperoleh batako yang baik dalam menambah kekuatan tekan dan kekuatan tarik. Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah untuk mendapatkan batako yang kuat dengan harga ekonomis serta memanfaatkan abu terbang (*fly ash*) sebagai *filler* batako.

## Bahan dan Metode

**Alat dan Bahan.** Alat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Alat yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Alat	Manfaat
1.	Cetakan Batako	Mencetak sampel
2.	Timbangan <i>Nagata Elektronik scale</i>	Menimbang bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan sampel
3.	Molen	Mengaduk campuran
4.	Ayakan	Mengayak pasir mengayak abu terbang
5.	<i>Loading tester machine</i>	Menguji kuat tekan batako
6.	<i>Hydraulic concrete beam testing machine</i>	Menguji kuat tarik batako

Spesifikasi	Jumlah
Bentuk kubus dengan panjang 20 cm	6 buah
Kekuatan max 30 kg	1 buah
	1 buah
	1 buah
	1 buah
Nst alat 10 kN dan kapasitas max 2000 kN	1 buah
Nst alat 0,2 kN dan kapasitas max 50 kN	1 buah

**Tabel 2.** Bahan yang digunakan dalam penelitian

Nama No Bahan	Kegunaan	Keterangan
1. Semen	Perekat pada campuran batako	Semen Portland
2. Pasir	Filler pada campuran batako	Lolos ayakan # 4
3. Air	Pemicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan batako dan sebagai pereaksi campuran semen	Tidak terdapat kandungan semen
4. Abu terbang	Bahan tambah pada campuran batako	Sisa hasil pembakaran batu bara dengan temperatur tinggi

**Perencanaan Campuran Batako.** Pengambilan abu terbang dari saringan pengeluaran pembakaran batu bara yang terdapat pada kantung penyaringan. Sisa pembakaran batu bara ini terbagi atas dua bagian yaitu abu terbang dan abu kasar. Abu terbang di dapat dari kantung saringan pembuangan pembakaran batu bara. Setelah tersaring saringan di buka dari saluran pembuangan. Pengumpulan abu terbang dilakukan dengan menggunakan kantong yang tidak terlalu cepat menguap agar tidak terjadi penggumpalan pada abu terbang. Abu terbang yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Alfaco Citra Abadi di Deli Tua Kabupaten Deli Serdang. Komposisi campuran batako didesain dengan mutu K-175 sesuai dengan standart ASTM, seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Perbandingan agregat untuk setiap sampel

Nama bahan	Perbandingan berat persen	Perbandingan masa
Semen	23,53 %	1.00
Pasir	64,70 %	2.75
Air	11,77 %	0.5

Batako yang dicetak terdiri dari 4 jenis, yaitu: (1) Batako tanpa bahan tambah abu terbang (batako normal), (2) Batako dengan bahan tambah abu terbang terhadap masa semen 5 %, (3) Batako dengan bahan tambah abu terbang terhadap masa semen 10 %, dan (4) Batako dengan bahan tambah abu terbang terhadap masa semen 15%

**Prosedur Penelitian.** Penelitian dilaksanakan mengikuti prosedur berikut. (1) Menyediakan bahan campuran batako yaitu semen, pasir yang

lolos ayakan # 4 ukuran 2.75 mm dan air dengan perbandingan 1 : 2.75 : 0.5 dan komposisi abu terbang sebanyak 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, terhadap massa semen dan batako dibuat berbentuk balok dengan panjang setiap sisi 9 cm (Gambar 1).



Gambar 1. Batako

(2) Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan-bahan lain yang dapat mempengaruhi campuran batako, (3) Memasukkan semua bahan campuran batako yang telah ditakar ke dalam molen kemudian dibiarkan teraduk hingga campuran homogeny, (4) Menuangkan adonan kedalam cetakan, (5) Menggetarkan adonan tersebut dengan vibrator agar udara-udara yang ter-perangkap dalam adonan keluar sehingga adonan menjadi padat, (6) Meratakan permukaan cetakan, (7) Cetakan yang telah diisi campuran batako disimpan dalam ruangan perawatan selama 24 jam sampai batako menjadi kering, (8) Setelah batako dibuka dari cetakan, sampel direndam dalam bak perendaman selama 28 hari, (9) Setelah 28 hari di dalam bak perendaman, sampel diangkat lalu dikeringkan, dan (10) Untuk membuat sampel yang dicampur dengan abu terbang menggunakan cara yang sama dengan pembuatan batako normal yang di atas. Perbedaannya terletak pada penambahan abu terbang pada campuran batako dan pengurangan massa semen sesuai dengan massa abu terbang yang akan ditambahkan.

Tabel 4. Perbandingan Campuran Abu Terbang dan Semen

Kode sampel	Komposisi perbandingan campuran abu terbang terhadap massa semen			
	Abu terbang	Semen	Pasir	Air
A	0	1	2.75	0.5
B	0.05	0.95	2.75	0.5
C	0.10	0.90	2.75	0.5
D	0.15	0.85	2.75	0.5

**Prosedur Pengujian Kuat Tekan.** Prosedur dari pengujian kekuatan tekan dari batako adalah sebagai berikut: (1) Sampel diletakkan pada mesin alat uji tekan dan diatur agar tepat berada di tengah-tengah alat penekan, (2) Memberikan

beban tekan secara perlahan-lahan pada sampel dengan pengatur tuas pompa hingga sampel retak atau hancur, (3) Mencatat nilai beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk skala pada saat sampel retak dan hancur. Pencatatan dilakukan saat jarum penunjuk skala tidak lagi bergerak atau bertambah, dan (4) Mengulangi prosedur 1 – 3 terhadap sampel lainnya.

#### Prosedur Pengujian Kuat Tarik Belah.

Prosedur dari pengujian kekuatan tarik belah batako adalah sebagai berikut: (1) Sampel diletakkan pada mesin alat uji tarik belah dan diatur agar tepat berada di tengah-tengah alat penekan, (2) Memberikan beban secara perlahan-lahan pada sampel dengan pengatur tuas pompa sehingga sampel terbelah, (3) Mencatat nilai beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk skala pada saat sampel terbelah. Pencatatan dilakukan pada saat jarum penunjuk skala tidak lagi bergerak atau bertambah, dan (4) Mengulangi prosedur 1 -3 terhadap sampel lainnya.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Penelitian

Data hasil pengujian kuat tekan batako dengan penambahan abu terbang (fly ash) adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Data hasil pengujian kekuatan tekan batako dengan penambahan abu terbang (fly ash)

Variasi cam-puran	Benda uji	Luas (A) (m <sup>2</sup> )	Beban tekan (F) (N)	Tegangan tekan (P) (MPa)	Tegangan tekan rata-rata (P rata-rata)(MPa)
Batako dengan 0 % abu terbang	Benda uji A	0.0025	41000	16.25	16.46
	Benda uji B	0.0025	42500	17.00	
	Benda uji C	0.0025	41000	16.25	
	Benda uji D	0.0025	40000	16.00	
	Benda uji E	0.0025	42000	16.80	
Batako dengan 5 % abu terbang	Benda uji A	0.0025	51500	20.60	20.76
	Benda uji B	0.0025	52500	21.00	
	Benda uji C	0.0025	51000	20.40	
	Benda uji D	0.0025	52500	21.00	
	Benda uji E	0.0025	52000	20.80	
Batako dengan 10 % abu terbang	Benda uji A	0.0025	60000	24.00	26.00
	Benda uji B	0.0025	62000	24.80	

terbang	uji B				
	Benda uji C	0.0025	61000	24.40	
	Benda uji D	0.0025	61500	24.60	
	Benda uji E	0.0025	62000	24.80	
	Batako dengan 15 % abu terbang	Benda uji A	0.0025	46000	18.40
	Benda uji B	0.0025	44000	17.60	22.40
	Benda uji C	0.0025	48000	19.20	
	Benda uji D	0.0025	46500	18.60	
	Benda uji E	0.0025	47500	19.00	

Data hasil pengujian kekuatan tarik batako dengan penambahan abu terbang (fly ash) adalah sebagai berikut (Tabel6).

**Tabel 6.** Data hasil pengujian kekuatan tarik batako dengan penambahan abu terbang (fly ash).

Variasi Campuran	Benda uji	Lebar (w) (cm)	Tebal (t) (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	Kuat tarik (N)	Tegangan tarik ( $\sigma$ ) (MPa)	Tegangan tarik rata-rata (MPa)
Batako dengan 0 % abu terbang	Benda uji A	2.610	2.771	7.232	600	0.83	
	Benda uji B	2.522	2.770	6.985	680	0.97	0.876
	Benda uji C	2.641	2.616	6.908	650	0.94	
	Benda uji D	2.634	2.606	6.864	550	0.80	
	Benda uji E	2.723	2.632	7.166	600	0.84	
Batako dengan 5 % abu terbang	Benda uji A	2.732	2.733	7.466	830	1.11	
	Benda uji B	2.645	2.755	7.286	800	1.09	1.168
	Benda uji C	2.600	2.644	6.874	850	1.24	
	Benda uji D	2.722	2.662	7.245	860	1.20	
	Benda uji E	2.713	2.721	7.382	850	1.20	
Batako dengan 10 % abu terbang	Benda uji A	2.741	2.710	7.428	1630	2.21	
	Benda uji B	2.733	2.786	7.614	1580	2.10	2.166
	Benda uji C	2.622	2.692	7.058	1600	2.30	
	Benda uji D	2.752	2.622	7.215	1450	2.01	
	Benda uji E	2.624	2.631	6.903	1500	2.21	
Batako dengan 15 % abu terbang	Benda uji A	2.614	2.625	6.861	1150	1.71	
	Benda uji B	2.741	2.721	7.458	1000	1.34	1.634
	Benda uji C	2.630	2.615	6.877	1230	1.78	
	Benda uji D	2.622	2.740	7.184	1260	1.75	
	Benda uji E	2.723	2.755	7.501	1200	1.59	

## Pembahasan

**Kekuatan Tekan.** Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama batako. Kekuatan tekan adalah kemampuan batako untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji silinder atau kubus. Nilai kekuatan tekan yang diperoleh dari setiap sampel akan berbeda, karena batako merupakan material heterogen, yang kekuatan tekannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian.

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa dengan pencampuran komposisi abu terbang (fly ash) sebanyak 5 % , 10 % , dan 15 % dari berat semen diperoleh hasil pengujian kekuatan tekan pada setiap benda uji bervariasi. Pada penambahan 5 % abu terbang (fly ash) didapat hasil kekuatan tekan rata-rata batako sebesar 20.76 MPa, dengan penambahan komposisi 10 % abu terbang (fly ash) didapat hasil kekuatan tekan rata-rata batako sebesar 26.00 MPa, dengan penambahan 15 % abu terbang (fly ash) didapat hasil kekuatan tekan rata-rata batako sebesar 22.40 MPa, sedangkan batako normal yaitu tanpa penambahan abu terbang (fly ash) diperoleh kekuatan tekan rata-rata batako sebesar 16.46 MPa. Dari data di atas diperoleh bahwa dengan penambahan bahan campuran abu terbang (fly ash) antara 5 % – 10 % menghasilkan kekuatan tekan batako yang meningkat di dibandingkan dengan batako tanpa penambahan abu terbang (fly ash). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

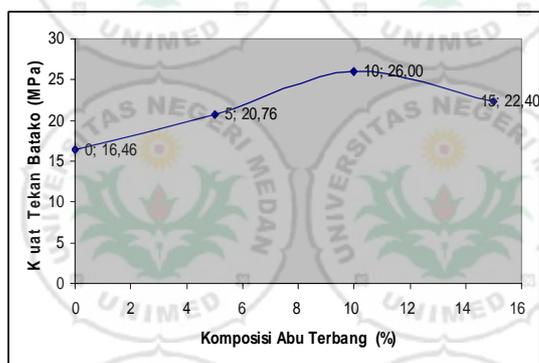
1. Ukuran butiran bahan penambahan batako yaitu abu terbang (fly ash) yang halus yang berukuran 1 sampai 150 mikron memberi peluang mengisi rongga-rongga yang kosong pada batako dengan penambahan abu terbang (fly ash) sehingga batako lebih padat.
2. Senyawa – senyawa yang terkandung dalam bahan penambahan batako reaktif dengan senyawa lain yang terkandung dalam semen sehingga pengikatan menjadi lebih baik.
3. Ikatan yang kuat antara atom yang terkandung dalam agregat pada penambahan komposisi abu terbang (fly ash).

Sedangkan pada penambahan 15 % abu terbang (fly ash) terjadi penurunan kekuatan tekan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Batas maksimal pada penambahan abu terbang terhadap batako antara 5 % sampai dengan 10%.

2. Semakin banyak abu terbang ditambahkan pada campuran batako dapat menurunkan kekuatan tekan pada batako, hal ini disebabkan karena melemahnya ikatan antara atom yang terkandung dalam agregat.

Berikut ini akan ditunjukkan grafik hubungan antara komposisi abu terbang (fly ash) dengan kekuatan tekan batako :



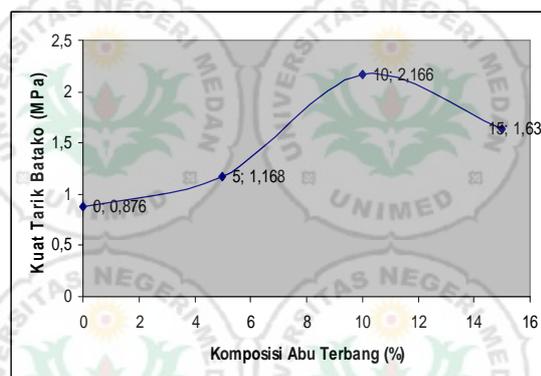
Gambar 1. Komposisi Abu Terbang dengan Kekuatan Tekan Batako

Gambar 1 menunjukkan bahwa adanya hubungan secara linier antara kekuatan tekan rata-rata batako dengan komposisi abu terbang. Kemudian dilakukan uji linieritas (uji hubungan antara kekuatan tekan dengan komposisi abu terbang) yang diperoleh dari hasil perhitungan regresi linier, sehingga didapat persamaan regresi :  $Y = 18.57 + 0.36 X$ , yang menunjukkan adanya hubungan yang linier antara kekuatan tekan rata-rata dengan komposisi abu terbang sebanyak 5 %, 10 %, dari berat semen yang ditambahkan pada batako. Pada komposisi 15 % campuran abu terbang persamaan regresi di atas tidak berlaku. Untuk menunjukkan seberapa erat hubungan antara kekuatan tekan rata-rata batako dengan komposisi penambahan abu terbang dapat dihitung dengan menggunakan rumus koefisien korelasi antara keduanya, sehingga diperoleh  $R = 0.53$  yang berarti bahwa grafik di atas menunjukkan hubungan linier positif langsung antara kekuatan tekan rata-rata batako dengan komposisi penambahan abu terbang.

**Kekuatan Tarik.** Perbandingan beban pada sampel terhadap luas penampang lintang pada saat pemberian beban disebut tegangan (strees). Tegangan tarik maksimum suatu kekuatan tarik (tensile strenght) suatu bahan ditetapkan sebagai perbandingan be-ban tarik maksimum dengan luas penampang mula-mula.

Dari tabel 6 hasil pengujian kekuatan tarik batako diketahui bahwa dengan penambahan 5 % abu terbang (fly ash) diperoleh kekuatan tarik rata – rata sebesar 1.168 MPa, pada penambahan 10 % abu terbang (fly ash) diperoleh kekuatan tarik sebesar 2.166 MPa, dan pada penambahan 15 % abu terbang (fly ash) diperoleh kekuatan tarik sebesar 1.634 MPa, sedangkan tanpa penambahan abu terbang (fly ash) diperoleh kekuatan tarik 0.876 MPa. Data di atas menunjukkan bahwa dengan penambahan 5%, dan 10 % abu terbang (fly ash) pada campuran batako diperoleh kekuatan tarik yang meningkat sedangkan pada penambahan 15% terjadi penurunan kekuatan tarik.

Dari data hasil pengujian kekuatan tarik batako menggunakan bahan campuran abu terbang (fly ash) dapat dibuat hubungan antara komposisi abu terbang (fly ash) dengan kekuatan tarik batako yang terlihat di bawah ini :



Gambar 2. Komposisi Abu Terbang vs Kekuatan Tarik Batako.

Dari Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa semakin besar komposisi campuran abu terbang, semakin besar pula kekuatan tarik rata-rata batako. Ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang linier antara kekuatan tarik rata-rata batako dengan komposisi abu terbang. Kemudian dilakukan uji linieritas regresi (uji hubungan antara kekuatan tarik dengan komposisi abu terbang) yang diperoleh dari hasil perhitungan regresi linier  $Y = 1.09 + 0.10 X$  yang berarti bahwa ada hubungan linier antara kekuatan tarik rata-rata batako dengan komposisi abu terbang. Adapun pada komposisi 15% campuran abu terbang berada di luar garis linier. Ini menunjukkan bahwa persamaan regresi di atas tidak berlaku pada komposisi 15% campuran abu terbang.

Untuk menunjukkan seberapa erat hubungan antara kekuatan tarik rata-rata batako dengan komposisi penambahan abu terbang dapat dihitung dengan menggunakan rumus koefisien korelasi antara keduanya, sehingga diperoleh  $R = 0.68$  yang berarti bahwa grafik di atas menunjukkan hubungan linier positif langsung antara kekuatan tarik rata-rata batako dengan komposisi penambahan abu terbang.

## Penutup

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut. *Pertama*, penambahan abu terbang (*fly ash*) pada campuran bahan batako sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari berat semen menghasilkan kekuatan tekan rata-rata sebesar 20.76 MPa, 26.00 MPa, dan 22.40 MPa sedangkan tanpa penambahan abu terbang (*fly ash*) memiliki kekuatan tekan rata-rata 16.46 MPa. Batas maksimal penambahan abu terbang terhadap campuran batako antara 5% sampai dengan 10%. *Kedua*, penambahan abu terbang (*fly ash*) pada campuran bahan batako sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari berat semen menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 1.168 MPa, 2.166 MPa, dan 1.634 MPa sedangkan tanpa penambahan abu terbang (*fly ash*) memiliki kekuatan tarik sebesar 0.876 MPa. *Ketiga*, karakteristik fisik batako yang dicampur dengan abu terbang (*fly ash*) lebih ringan dan lebih padat dibanding dengan batako tanpa dicampur abu terbang.

Untuk mengetahui lebih jauh tentang pengaruh abu terbang (*fly ash*) terhadap kekuatan tekan dan kekuatan tarik batako maka disarankan dilakukan penelitian lanjut dengan menggunakan cetakan hidrolis yang telah terukur bebannya pada saat pencetakan, penggunaan variasi campuran abu terbang, serta perbandingan jumlah semen dengan agregat agar diperoleh kuat tekan yang lebih baik..

## Daftar Pustaka

- Andoyo, 2006. *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Dan Serapan Air Pada Mortar*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Anonim, 1990, *Standar SK-SNI T-15-1990-03 : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Yayasan LPMB Departemen Pekerjaan Umum : Bandung.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1991, *Annual Book of ASTM Standards, Section 4*, Easton.MD : Philadelphia.
- Budi, H, 2004. *Analisis Kuat Tekan Paving Block Dengan Butiran Pasir Kasar Bergradasi Seragam dan Lolos Ayakan 2,36 – 4,75 mm Akibat Beban Pemasangan*, Skripsi, Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan , Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Frik, H, 1980, *Ilmu Konstruksi Bangunan I*, Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Hidayat, Y. S, 1986. Penelitian pendahuluan pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Campuran Beton di Indonesia, *Jurnal Litbang Vol.II No. 4 – 5 April – Mei 1986* : Bandung.
- Hidayat, Y. S, 1993. Penelitian Mutu Beton Abu Terbang Pada Lingkungan Yang Aresif (Pantai dan Laut), *Jurnal Litbang Vol.X No. 5 – 6 Mei – Juni 1993* : Bandung.
- Husin, A. A, 1998. Semen Abu Terbang untuk Genteng Beton, *Jurnal Litbang Vol. 14, No. 1* : Bandung.
- Mulyono, T, 2006. *Teknologi Beton*, Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Murdock, L. J, and Brook K. M, 2003. *Bahan dan Praktek Beton*, Cetakan Ketiga , Erlangga : Jakarta.
- Nawy, E.G, 1990, *Beton Berlubang (Suatu Pendekatan Dasar)*, Penerbit PT. Eresco : Bandung.
- Prakoso, J, 2006. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Conblock*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Sagel, R., Kole, P. dan Kusuma G., 1994. *Pedoman Pengerjaan Beton Berdasar-kan SK-SNI T-15-1001-03, Cetakan Keempat*, Erlangga : Jakarta.