

PENGARUH ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Ariyani, N¹⁾, Luser, D²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta
e-mail : niknok@yahoo.com

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

ABSTRACT

The eruption of Mt. Merapi in 2010 brought an abundant amount of volcanic ash to Yogyakarta. In this research the volcanic ash, a pozzolanic material, was used to partly substitute cement in the production of concrete. The objective of this research was to obtain an optimum proportion of volcanic ash to cement to enhance the compressive strength of the concrete.

Cubical testing specimens having dimensions of 15 cm x 15 cm x 15 cm were prepared with different proportions of volcanic ash to substitute the cement. The amount of volcanic ash was 5%, 10% and 15% of the cement by weight. The water cement ratio for all the specimens was 0.57. Five identical specimens were prepared for each volcanic ash-cement proportion. Compression tests were carried out 28 days after the specimens were cast. The compressive strength of the testing specimen with no volcanic ash was found to be 24.5 MPa, and this was used as a reference to compare the strength of the specimens with volcanic ash.

Result of the investigation revealed that the specimens with 10% volcanic ash yielded the highest compressive strength at average compressive strength of 29.65 MPa, followed by the specimens with 15% volcanic ash at 27.431 MPa. The lowest average compressive strength was noted in the samples with 5% volcanic ash, which was 24.141 MPa. Except for those with 5% replacement of volcanic ash, which showed slight decrease in strength compared to the standard specimen with no volcanic ash, all other specimens showed gains in the compressive strength compared to the standard specimen.

I. PENDAHULUAN

Hampir 60 % material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton, yang pada umumnya dipadukan dengan baja atau jenis lain. Kelebihan beton dalam hal menahan kuat tekan dan kemudahannya untuk dibentuk sesuai kebutuhan, menjadikan beton sebagai bahan bangunan yang sangat umum dipakai.

Salah satu masalah yang sangat berpengaruh pada kuat tekan beton adalah adanya porositas. Porositas dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak dapat maksimal. Partikel terkecil bahan penyusun beton adalah semen. Untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan bahan pengganti mineral yang bersifat *pozzolan* dan mempunyai partikel sangat halus. Salah satu bahan pengganti mineral tersebut adalah abu terbang vulkanik (*Volcanic Fly Ash*) yang disebabkan oleh meletusnya gunung merapi.

Volcanic Fly Ash direncanakan menyerupai agregat halus semen yang diharapkan dapat berfungsi menjaga dan menstabilkan kerapatan adukan beton hingga kuat tekan beton yang dihasilkan semakin baik. Permasalahan yang timbul adalah berapa kuat tekan maksimal yang dihasilkan dengan penggantian semen terhadap *Volcanic Fly Ash* pada penggantian 5 %, 10 % dan 15 % terhadap berat semen dan perubahan kuat tekan yang terjadi.

Dalam penelitian ini, *mix design* untuk mendapatkan beton yang direncanakan, menggunakan abu vulkanik (*volcanic fly ash*) untuk mengurangi sebagian semen. Ada 4 variasi campuran beton yang digunakan yaitu beton tanpa *Volcanic Fly Ash* (BN), beton dengan *Volcanic Fly Ash* 5 % (B5), 10 % (B10), 15 % (B15) terhadap berat semen, masing-masing variasi campuran terdiri dari 5 benda uji, sehingga total benda uji sebanyak 20 buah.

Standar yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah standar SNI dan ASTM dengan bahan-bahan yang digunakan yaitu semen Gresik Tipe I, pasir alami, krikil (ukuran maksimal 20 mm), air, abu vulkanik (*Volcanic Fly Ash*) dari gunung merapi dengan bentuk benda uji kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm, dan pengujian tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari, dan digunakan nilai faktor air semen (FAS) = 0,57. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian semen dengan *Volcanic Fly Ash* terhadap kuat tekan beton.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan ikatan dari material-material pembentuk beton, yaitu terdiri dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air, dan ditambah dengan bahan campuran

tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi (Nugraha, Paul dan Antoni, 2007).

2.2. Bahan Susun Beton

2.2.1. Semen

Menurut Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981), definisi semen *portland* adalah semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolik bersama bahan-bahan yang biasa digunakan, yaitu gypsum.

2.2.2. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

2.2.3. Agregat

Kandungan agregat dalam beton biasanya sangat tinggi. Biasanya komposisi agregat berkisar 60 % - 70 % dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisi yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting

2.2.4. Abu vulkanik (*Volcanic Fly Ash*)

Abu vulkanik diperoleh dari letusan gunung merapi. Material ini berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous, mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolanik, yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.

2.3. Kekentalan (*Slump*)

Untuk mengetahui tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton biasanya dilakukan dengan pengujian *slump*. Makin besar nilai *slump* berarti adukan beton semakin encer dan

semakin mudah dikerjakan. Jika nilai *slump* kecil, lebih kaku dan lebih sulit pengerjaannya. Ada tiga hal penting yang diketahui dari sifat-sifat beton segar, yaitu: Kemudahan pengerjaan (*workability*), pemisahan krakal, pemisahan air.

2.4. Pengerjaan Beton

Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Sebelum diimplementasikan dalam pelaksanaan konstruksi di lapangan, pencampuran bahan-bahan dapat dilakukan di laboratorium. Agar tetap terjaga konsistensinya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaannya tidak dikontrol dengan baik, kemungkinan dihasilkan beton yang tidak sesuai dengan rencana akan semakin besar

2.5. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dapat bervariasi sesuai dengan umurnya. Biasanya nilai kuat tekan beton ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari setelah pengecoran. Secara umum, kuat tekan beton pada umur 7 hari mencapai 70 % dari kuat tekan beton umur 14 hari. Pada umur 14 hari, kuat tekan beton sudah mencapai 85 % hingga 90 % dari kuat tekan 28 hari.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Semen, semen yang digunakan adalah semen jenis portland tipe I produksi PT. Semen Gresik dengan berat bersih 40 kg. Agregat kasar (krakal) dan agregat halus (pasir), agregat kasar dan halus yang dipakai adalah agregat yang bersifat alami. Krakal diambil dari sungai kindol dan pasir dari kali kuning. Air, air diambil dari sumber air yang ada di Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Immanuel. Abu vulkanik, digunakan abu vulkanik asal dari desa kinahrejo.

3.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat uji pendahuluan, yaitu peralatan untuk alat mempersiapkan bahan susun beton seperti saringan agregat, dan

peralatan untuk mencuci pasir, alat uji *slump*, dan alat uji tekan beton, serta peralatan bantu lainnya.

3.3. Pembuatan Benda Uji

3.3.1. Persiapan

Sebelum pembuatan benda uji, semua bahan susun diperiksa terlebih dahulu. Pemeriksaan yang dilakukan, yaitu pemeriksaan gradasi, berat satuan volume, kadar lumpur, dan berat jenis agregat halus,

3.3.2. Perhitungan bahan susun

Perhitungan bahan susun dilakukan untuk mengetahui komposisi masing-masing bahan susun yang dibutuhkan dalam pembuatan benda uji sesuai dengan kuat tekan beton yang direncanakan. Perhitungan bahan susun benda uji dirangkum dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1. Perhitungan Kebutuhan Bahan Susun Beton

No	Keterangan	Hasil		
1	Kuat tekan beton yang disyaratkan	12,5 N/mm ²		
2	Deviasi standar (s)	7 MPa		
3	Nilai tambah (margin)	12 N/mm ²		
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr})	24,5 N/mm ²		
5	Jenis semen	Pc type I		
6	Jenis agregat: kasar Jenis agregat: halus	Batu pecah Halus alami		
7	Faktor air semen (FAS)	0,57		
8	Factor air semen (FAS) maksimal	0,6		
9	<i>Slump</i>	7,5 – 15 cm		
10	Ukuran butir nominal agregat maksimum	20 mm		
11	Kadar air bebas	190 lt		
12	Jumlah semen	333,33 kg/m ³		
13	Jumlah semen minimum	275 kg/m ³		
14	Jumlah semen yang dipakai	333,33 kg/m ³		
15	Jumlah air	190 lt		
16	Daerah gradasi agregat halus	I		
17	Persen agregat halus	30 %		
18	Berat jenis relatif agregat	2,6		
19	Berat jenis beton	2363 kg/m ³		
20	Berat agregat gabungan	1839,67 kg/m ³		
21	Berat agregat halus	551,901 kg/m ³		
22	Berat agregat kasar	1287,769 kg/m ³		
kesimpulan				
Volume	Semen	Air	Ag. Halus	Ag. Kasar
1 m ³	333,33 kg	190 lt	551,901	1287,769 kg
Perbandingan campuran	1	0,57	1,65	3,86

3.3.3. Pencampuran dan pengadukan

Setelah diperoleh kebutuhan bahan susun sesuai dengan hitungan yang sudah ditentukan sebelumnya maka dilakukan pencampuran bahan susun. Pengadukan bahan susun dilakukan dengan cara mencampur pasir dengan semen *portland*, setelah merata dimasukkan abu vulkanik lalu kerikil. Bahan-bahan tersebut kemudian diaduk hingga rata pada tempat yang sudah disiapkan. Selanjutnya ditambahkan air dan diaduk hingga adukan menjadi homogen.

3.3.4. Pencetakan dan perawatan

Setelah proses pengadukan, campuran tersebut dituangkan ke dalam cetakan benda uji yang telah dipersiapkan. Sebelum dipakai, cetakan beton diolesi dengan oli untuk mempermudah saat melepas benda uji. Penuangan adukan campuran beton dilakukan secara bertahap dan ditusuk-tusuk dengan tongkat baja berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm. Setelah selesai dituang dan benar-benar padat, permukaan cetakan diratakan dengan menggunakan cetok. Kemudian cetakan dipukul-pukul dengan palu supaya udara yang terjebak dalam spesi beton dapat keluar. Pelepasan cetakan benda uji dilakukan setelah jangka waktu 24 jam. Sesudah itu masing-masing benda uji diberi nama/tanda sesuai dengan komposisi campuran yang direncanakan dan kemudian benda uji direndam dalam air selama masa perawatan.

3.4. Pengujian

Sebelum dilakukan pencetakan masing-masing campuran, terlebih dahulu dilakukan pengujian *slump* sedangkan pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah masing-masing benda uji berumur 28 hari. Sebelum pengujian dilakukan penimbangan berat masing-masing benda uji. Pengujian dilakukan dengan mesin uji desak hidrolis dengan kapasitas maksimal 100 Ton dan dicatat gaya tekan maksimalnya pada saat benda uji sudah mulai pecah atau retak-retak.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada benda uji dilakukan pada umur 28 hari dan dilakukan dengan alat uji tekan hidrolis berkapasitas 100 Ton maksimum dan hasil pengujian dari 5

buah benda uji diambil rata-ratanya. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan penimbangan dan pengukuran. Penimbangan dilakukan untuk mengetahui berat benda uji sedangkan pengukuran dilakukan untuk mengetahui panjang, lebar dan tinggi benda uji. Hasil pengujian kuat tekan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2. Hasil pengujian kuat tekan benda uji umur 28 hari

Variasi 1	Luas Penampang (cm ²)	Volume (cm ³)	Berat (gr)	γ (gr/cm ³)	γ Rata2 (gr/cm ³)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (Kg)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa) x 0.83	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
Na	226,480	3397,2	7978	2,348	2,327	85,75	85750	378,621	37,130	30,818	28,115
Nb	226,500	3442,8	7950	2,309		72,75	72750	321,192	31,498	26,143	
Nc	229,500	3442,5	7948	2,309		91	91000	396,514	38,885	32,274	
Nd	229,500	3419,55	8106	2,370		81	81000	352,941	34,612	28,728	
Ne	225,000	3375	7760	2,299		62,5	62500	277,778	27,241	22,610	
Variasi 2	Luas Penampang (cm ²)	Volume (cm ³)	Berat (gr)	γ (gr/cm ³)	γ Rata2 (gr/cm ³)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (Kg)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa) x 0.83	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
5a	225,000	3352,5	7850	2,342	2,361	57,5	57500	255,556	25,061	20,801	24,141
5b	231,030	3442,347	8458	2,457		44	44000	190,451	18,677	15,502	
5c	228,000	3420	8096	2,367		80,5	80500	353,070	34,624	28,738	
5d	232,560	3488,4	7876	2,258		80,5	80500	346,147	33,945	28,175	
5e	228,000	3465,6	8250	2,381		77	77000	337,719	33,119	27,489	
Variasi 3	Luas Penampang (cm ²)	Volume (cm ³)	Berat (gr)	γ (gr/cm ³)	γ Rata2 (gr/cm ³)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (Kg)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa) x 0.83	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
10a	225,000	3397,5	8114	2,388	2,380	89,5	89500	397,778	39,009	32,377	29,651
10b	226,500	3374,85	7912	2,344		79	79000	348,786	34,204	28,389	
10c	223,480	3352,2	7972	2,378		74,5	74500	333,363	32,692	27,134	
10d	228,000	3397,2	8212	2,417		90	90000	394,737	38,710	32,130	
10e	224,960	3374,4	7998	2,370		78	78000	346,728	34,002	28,222	
Variasi 4	Luas Penampang (cm ²)	Volume (cm ³)	Berat (gr)	γ (gr/cm ³)	γ Rata2 (gr/cm ³)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (Kg)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa) x 0.83	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
15a	225,000	3397,5	8062	2,373	2,379	60,5	60500	268,889	26,369	21,886	27,431
15b	228,000	3397,2	8112	2,388		66	66000	289,474	28,388	23,562	
15c	227,970	3419,55	8030	2,348		70,67	70670	309,997	30,400	25,232	
15d	229,460	3418,954	8262	2,417		95	95000	414,016	40,601	33,699	
15e	223,500	3330,15	7888	2,369		90	90000	402,685	39,490	32,777	

Note

Kuat tekan (MPa) di kalikan 0.83 untuk benda uji berbentuk kubus ; $1 \text{ kg/cm}^2 = 0.0980665 \text{ MPa}$

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada benda uji menunjukkan bahwa adanya peningkatan dan penurunan kuat tekan yang diakibatkan oleh adanya variasi penggantian semen terhadap abu vulkanik. Peningkatan dapat disebabkan oleh butiran abu vulkanik yang halus, karena rongga diantara butiran agregat diisi oleh butiran abu vulkanik yang dapat memperkecil pori-pori yang ada.

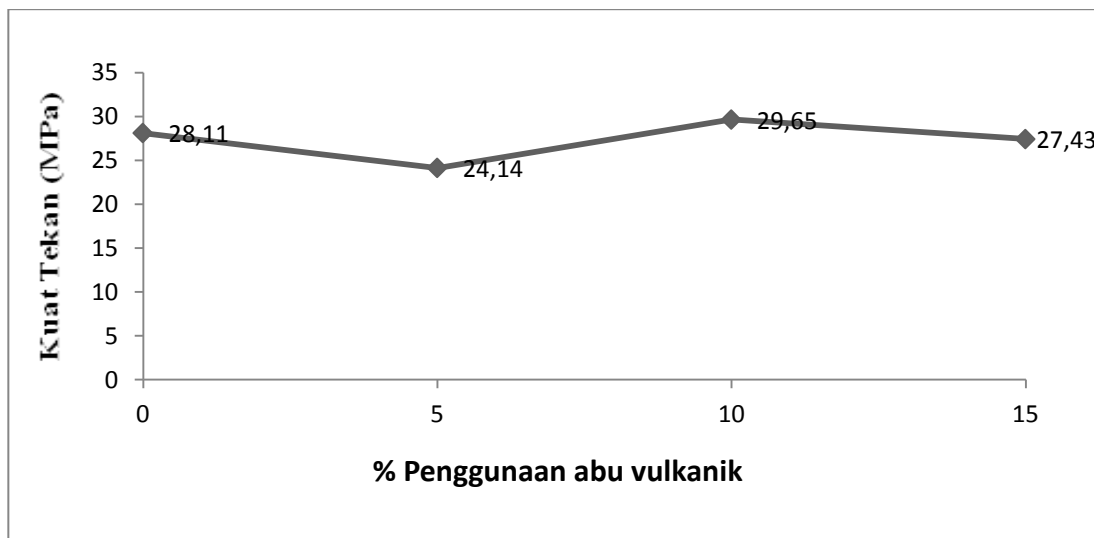
Dari hasil pemeriksaan dan penelitian yang dilakukan diperoleh kuat tekan rata-rata beton normal (tanpa tambahan abu vulkanik) adalah 28,115 MPa, berat satuan = 2,327 gr/cm³. Nilai ini lebih tinggi dari nilai kuat tekan rata-rata yang direncanakan yaitu sebesar 24,5 MPa. Dengan perhitungan yang baik dan tepat maka kuat tekan yang dihasilkan akan lebih baik juga. Perkiraan berat satuan beton adalah 2363 kg/m³ sedangkan pada penelitian ini diperoleh berat satuan beton rata-rata sebesar 2334,885 kg/m³ nilai ini mendekati perkiraan.

Pada beton dengan penggantian semen terhadap abu vulkanik sebanyak 5 % kuat tekan rata-ratanya adalah 24,141 MPa, berat satuan = 2,360 gr/cm³ kuat tekan ini turun sebesar 3,974 MPa atau sekitar 14,14% dari nilai kuat tekan pada beton normal. Hal ini disebabkan karena butiran abu vulkanik yang halus mengisi pori-pori beton, sehingga beton lebih padat.

Pada penggunaan abu vulkanik sebesar 10 % diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 29,651 MPa dan berat satuan = 2,379 gr/cm³ pada benda uji ini ada kenaikan sebesar 1,536 MPa atau 5,46 % dari nilai kuat tekan rata-rata beton normal.

Sebaliknya pada penggunaan abu vulkanik 15 % nilai kuat tekan rata-rata diperoleh sebesar 27,431 MPa, berat satuan = 2,379 gr/cm³. Nilai kuat tekan rata-rata beton ini hampir sama dengan nilai kuat tekan rata-rata pada beton normal.

Dari ketiga campuran dengan persentase abu vulkanik yang berbeda-beda tidak diperoleh gambaran yang jelas seberapa besar pengaruh penggunaan abu vulkanik terhadap kenaikan kuat tekan beton rata-rata, nilai kuat tekan beton yang diperoleh belum terlihat perubahan yang signifikan, hal ini kemungkinan disebabkan karena penggunaan abu vulkanik mengurangi jumlah semen sehingga menambah jumlah agregat halus. Dalam hal ini abu vulkanik bersifat sebagai filler bukan sebagai bahan ikat. Perubahan nilai kuat tekan rata-rata pada masing-masing campuran diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Terhadap Kuat Tekan Beton

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Kuat tekan tertinggi pada penggantian semen dengan abu vulkanik 10 % yaitu sebesar 29,65 MPa. Pada campuran ini ada kenaikan kuat tekan sebesar 5,46 % dari campuran pada beton normal yaitu sebesar 28,115 MPa.
- Dari tiga variasi penggantian semen dengan abu vulkanik belum diperoleh gambaran yang jelas seberapa besar pengaruh penggantian semen dengan abu vulkanik terhadap kenaikan kuat tekan beton.
- Pada penggunaan abu vulkanik 5 % diperoleh nilai kuat tekan rata-rata paling rendah yaitu sebesar 24,141 MPa.

5.2. Saran

Perlu penelitian dengan variasi rentang abu vulkanik yang lebih kecil agar diperoleh trend pengaruh yang lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnes, A., 2005, *Variasi Penambahan Sikament NN dan Serat Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton*, Skripsi S-1, Fakultas Teknik-UKRIM Yogyakarta.
- Anonim, 2007, *Buku Panduan Praktikum Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UKRIM, Yogyakarta.

- Candra, K., Perdamean, S., dan Muljadi, 2011, *Pembuatan Beton High-Strength Berbasis Mikrosilika dari Abu Vulkanik Gunung Merapi*, Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Telaah.
- Eko, M., 2004, *Pengaruh Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*, Skripsi S-1, Fakultas Teknik-UKRIM Yogyakarta.
- Kardiyono, Tjokrodimuljo., 1996, *Teknologi Beton*, Buku Ajaran Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Mardiono., *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) dalam Beton Mutu Tinggi*, Jurusan Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Tri, Mulyono., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- <http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/2072011-abu-vulkanik/#ixzz1PXy43FiJ>