

PENGARUH PENGGUNAAN ABU TERBANG (*FLY ASH*) TERHADAP KUAT TEKAN DAN PENYERAPAN AIR PADA MORTAR

Takim¹⁾, Armin Naibaho¹⁾ dan Diana Ningrum²⁾

¹⁾*Politenik Negeri Malang*

²⁾*PS. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuvana Tunggaladewi Malang*

Abstract

Mortar or species is one of the building materials which serves to glue the bricks, brick, and stucco. During this time still using portland cement mortar and lime as the main connective materials are expensive. Therefore we need an alternative other connective materials that have cheaper prices and predicted can improve the compressive strength of mortar. Alternative fastening material used in this study is waste from coal combustion, ie fly ash (fly ash). This study uses a mixture of cement and sand composition of 1: 3 at a weight ratio of fly ash to cement amounted to 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30%. Samples were tested compressive strength and water uptake is cube-shaped sample with a size of 5 cm x 5 cm x 5 cm. Based on the results of research conducted showed that the addition of fly ash was found to increase the compressive strength of mortar and act as filler so as to reduce water absorption, which in get the most optimum composition occurs in the percentage of 15% of the weight of the cement with the compressive strength at 28 days amounted to 420.00 Kg / cm² and water absorption of 1.67%

Key words: mortar, alternatif bahan ikat, fly ash

Pendahuluan

Ilmu bahan bangunan ada beberapa jenis bahan yang dikategorikan sebagai bahan ikat dalam adukan, di antaranya adalah semen, kapur, pozolan dan beberapa bahan ikat lainnya (Moerdwiyono, 1998: 2). Kelebihan dan kekurangan pada tiap-tiap bahan ikat masing-masing, tetapi penggunaan semen portland masih menjadi pilihan utama.

Peningkatan harga bahan bangunan terutama semen portland tentu akan berpengaruh terhadap kualitas bangunan. Harga semen meningkat sehingga penggunaan di minimalisir bahkan dikurangi dari standar ukuran. Terkadang

pada pembuatan mortar digunakan bahan pengikat lain. Salah satunya adalah kapur untuk bahan ikat mortar. Alternatif pemecahan permasalahan dengan penggunaan limbah abu terbang / *Fly Ash* dan penggunaan kapur sebagai bahan tambah atau pengganti semen. Di Jawa Timur memiliki satu Pembangkit Listrik Tenaga Uap yaitu PLTU PT. IPMOMI – Paiton dengan produksi abu terbang mencapai 1.000.000 ton/tahun, selain itu masih ada beberapa industri yang menggunakan bahan bakar batubara yang menghasilkan limbah abu terbang, diantaranya PT. Tjiwi Kimia Putra.

Berdasarkan permasalahan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai mortar dengan bahan ikat semen Portland dan abu terbang (*Fly Ash*) dengan proporsi yang berbeda. Sesuai dengan tujuan yang di harapkan, maka dalam penelitian ini dilakukan beberapa pembatasan masalah yaitu :

1. Perencanaan variasi :
 - a. 1 Semen : 3 Pasir
 - b. 0,95 Semen : 0,05 Fly ash : 3 Pasir
 - c. 0,90 Semen : 0,10 Fly ash : 3 Pasir
 - d. 0,85 Semen : 0,15 Fly ash : 3 Pasir
 - e. 0,80 Semen : 0,20 Fly ash : 3 Pasir
 - f. 0,70 Semen : 0,30 Fly ash : 3 Pasir
2. Bahan yang di gunakan
 - Semen : Semen Gresik PPC
 - Air : Air bersih dari sumur bor di lingkungan Politeknik
 - Agregat halus : Pasir Lumajang
 - Abu terbang : Ex. PT. IPMOMI – Paiton yang di peroleh dari PT.Merak Jaya Beton Malang.
3. Pengujian yang di lakukan meliputi
 - a. Pengujian penyerapan air pada umur 7,14 dan 28 hari
 - b. Kuat Tekan kubus mortar 5 x 5 x 5 Cm, pada umur 7,14 dan 28 hari
4. Setiap pengujian 1 variasi campuran di buat 5 benda uji
5. Penelitian di lakukan di laboratorium bahan bangunan dan beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang.
6. Pada penelitian ini tidak melakukan pengujian kimiawi abu terbang, tetapi mengacu pada hasil peneliti terdahulu. Tujuan yang hendak dicapai melalui pelaksanaan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui berapa kuat tekan mortar dengan campuran abu terbang / *fly ash* dengan kekuatan mortar normal, Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan abu terbang / fly ash pada campuran mortar terhadap penyerapan air, dan mengetahui berapa % yang

optimal pada mortar dengan campuran abu terbang / *fly ash*.

Untuk menunjang penelitian ini, teori-teori yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) Mortar

Mortar atau adukan adalah campuran pasta semen (bahan ikat), pasir dan air yang awalnya dibuat dengan semen portland dan kapur (Scott, 1993: 433).

Menurut SNI 03-6882-2002, spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan:

a. Mortar tipe M

Pinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan pasangan pipa air kotor, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan. Kuat tekan minimumnya didapat adalah 172 kg/cm².

b. Mortar tipe S

Dipakai bila tidakdisyaratkan menggunakan tipe M, tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya samping. Kuat tekan minimumnya adalah 125 kg/cm².

c. Mortar tipe N

Mortar tipe N dipakai untuk pasangan terbuka diatas tanah dengan kuat tekan minimumnya adalah 52 kg/cm².

d. Mortar tipe O

Pada konstruksi dinding yang tidak menahan beban yang lebih dari 7 kg/cm² dan gangguan cuaca ringan. Kuat tekan minimumnya adalah 24 kg/cm².

2) Semen *portland*

Semen *portland* ialah semen hidrolis dengan proses menghaluskan klinker dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (SK SNI S-04-1989, 1989: 1). PT. Semen Gresik adalah produsen semen di Indonesia selain memproduksi semen portland juga memproduksi

semen portland pozolan yang telah standar SNI.

3) Agregat halus (Pasir)

Pada SNI 03-6820-2002 (2002: 171), agregat halus adalah hasil disintegrasi batuan berupa pasir atau pasir buatan yang mempunyai butiran sebesar 4,76 mm. Dilihat dari berat jenisnya menurut SNI 03-1970-1990 agregat halus yang memenuhi syarat untuk pembuatan beton harus mempunyai nilai antara 2,5 – 2,8 gr /Cm³, yang di dapatkan dari pengujian dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Berat Jenis Kering (*bulk dry specific graffiti*)

$$B_j \text{ bulk} = \frac{B_2}{(B_3+500-B_1)}$$

2. Berat jenis jenuh permukaan kering/ SSD

$$B_j \text{ JPK} = \frac{500}{(B_3+500-B_1)}$$

3. Berat jenis semu (*apparent specific graffiti*)

$$B_j \text{ app} = \frac{B_2}{(B_3+B_2-B_1)}$$

4. Penyerapan / Absorsi

$$Abs = \frac{(B_j - B_2)}{B_2} \times 100 \%$$

Keterangan :

B1 = Berat piknometer berisi benda uji dan air

B2 = Berat benda uji kering oven

B3 = Berat piknometer berisi air suling

Bj = Berat benda uji dalam keadaan JPK

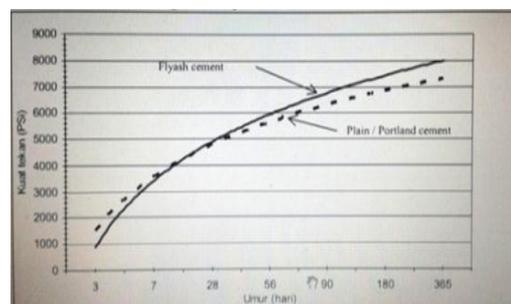
4) Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dipadatkan.

5) Abu Terbang / Fly ash

Abu terbang adalah debu sisa pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Sudjatmiko Nugroho, 2003). Kenaikan kuat tekan

pada beton dengan bahan ikat abu terbang dan semen bersifat lambat dikarenakan abu terbang bersifat pozolan.



Gambar 1. Kenaikan kuat tekan betondengan bahan ikat abu terbang dibanding bahan ikat semen biasa terhadap umur beton

Dalam SNI 03-6863-2002 (2002: 146) spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambah pada campuran beton yaitu:

- Abu terbang jenis N
- Abu terbang jenis F
- Abu terbang jenis C

Tabel 3 Komposisi kimia berbagai jenis abu terbang dan semen portland

Komposisi Kimia	Jenis Abu Terang			Semen
	Jenis F	Jenis C	Jenis N	
SiO ₂	51.90	50.90	58.20	22.60
Al ₂ O ₃	25.80	15.70	18.40	4.30
Fe ₂ O ₃	6.98	5.80	9.30	2.40
CaO	8.70	24.30	3.30	64.40
MgO	1.80	4.60	3.90	2.10
So ₂	0.60	3.30	1.10	2.30
Na ₂ O dan K ₂ O	0.60	1.30	1.10	0.60

Tabel 4 Komposisi kimia abu terbang PLTU PT. IPMOMI Paiton

Parameter	Satuan	Hasil Uji Fly ash PLTU Paiton
Berat jenis	g/cm ³	1.43
Kadar air	% berat	0.20
Hilang pijar	% berat	0.43
SiO ₂	% berat	62.49
Al ₂ O ₂	% berat	6.36

Fe ₂ O ₂	% berat	16.71
CaO	% berat	5.69
MgO	% berat	0.79
S(SO ₄)	% berat	7.93

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa abu layang dari PLTU Paiton masuk kelas F, karena kandungan oksida silika lebih dari 54,9% (62,49%),serta jumlah dari besi, silica danaluminium; dari abu layang lebih dari 70% (85,56 %).

6) Pengujian mortar

Uji sebar mortar pada masing-masing variasi komposisi campuran bahan susun mortar dengan tujuannya menentukan faktor air semen (*f_{as}*) yang sesuai seperti diameter uji sebar mortar rata-rata (*d_r*) 4 kali pengukuran harus sebesar 1 – 1,15 kali diameter cincin meja uji sebar atau 100 mm – 115 mm (Tatonas, 2003: 3). Cincin uji sebar memiliki diameter 10 cm, jadi angka 11,5 cm merupakan diameter rata-rata maksimum yang diijinkan. Nilai komulatif antara 70% - 110% dari diameter maksimal cincin sebar merupakan prosentase diameter rata-rata (*d_r*) terhadap diameter maksimal dari uji sebar yang diijinkan dari diameter maksimal cincin sebar.

Menurut SNI 03-6882-2002 (2002: 210), uji kuat tekan dilakukan dengan membuat benda uji kubus mortar berukuran 50 mm sampai 100 mm. Pengujian dilakukan setelah mortar mengeras dengan menggunakan mesin uji tekan / *compression strength machine*. Nilai kuat tekan didapat dengan membagi besar beban maksimum (P) dengan luas penampang (A).

$$Rumus : f'c = \frac{P}{A}$$

Pengujian serapan air untuk mengetahui besarnya serapan air pada mortar keras. Serapan air adalah prosentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam air. Air yang meresap

dipengaruhi oleh pori butiran agregat (Tri Mulyono, 2003).

Rumus resapan air :

$$Ref = \frac{W_{ssd} - W_{ku}}{W_{ssd}} \times 100\%$$

Keterangan :

- Ref* = Resapan efektif
- W_{ssd}* = Berat Kondisi jenuh permukaankering / JPK
- W_{ku}* = Berat kering udara

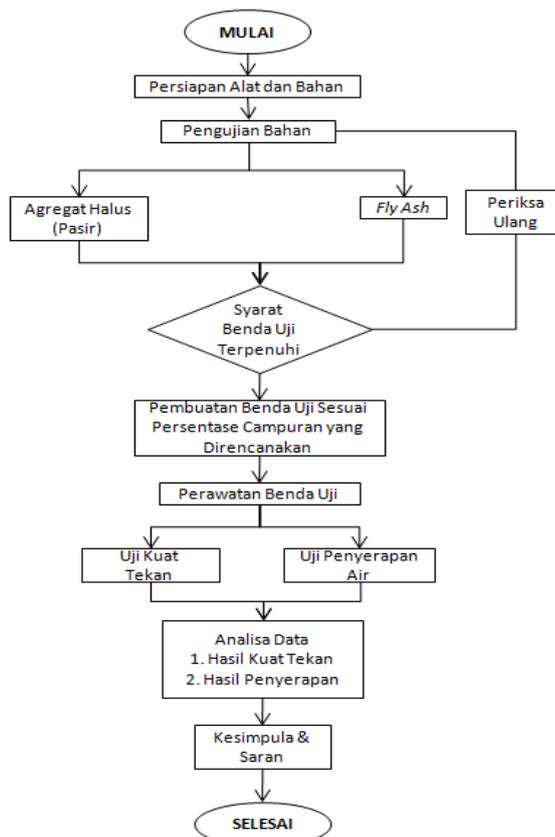
Metode Penelitian

Lokasi penelitian

Pembuatan benda uji di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta 9, Malang.

Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian pada penelitian ini adalah:



Gambar 2. Diagram penelitian

Pemeriksaan dan pengujian bahan susun mortar

a. Semen *portland*

Pemeriksaan secara visual pada kehalusan butirnya dan warna.

b. Abu terbang

Pemeriksaan visual abu terbang dan pemeriksaan berat jenis abu terbang.

c. Agregat halus/Pasir

- Pemeriksaan penyerapan air dan berat jenis.

- Pemeriksaan pada gradasi pasir

- Pemeriksaan pada kadar lumpur pasir

d. Air

Air harus bersih, tidak mengandung garam, lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan.

Tahap perancangan adukan

Tahapan dalam perancangan adukan ini, yaitu:

1. Penimbangan dan Perhitungan
2. Pembuatan pasta mortar
3. Uji sebar pada pasta mortar.

Pembuatan dan perawatan benda uji mortar

a. Pembuatan / pencetakan benda uji mortar setelah uji sebar dilakukan.

b. Perawatan benda uji mortar

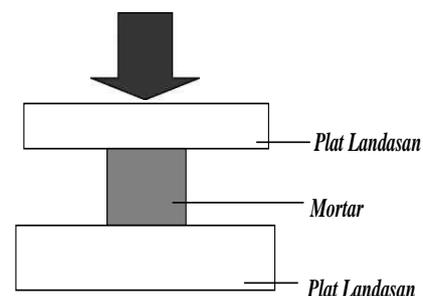
Perawatan benda uji mortar dilakukan selama 7, 14 dan 28 hari dengan merendamnya dalam air. Benda uji baru ditiriskan atau diangkat paling tidak 1 hari sebelum pengujian.

Pengujian benda uji mortar

a. Uji kuat tekan

- Masing-masing benda uji yang sudah mencapai umur pengujian (7,14 dan 28 hari) diukur panjang, lebar, tingginya dan ditimbang beratnya.
- Letakkan benda uji pada mesin uji tekan secara simetris seperti pada gambar 3 di bawah ini :

Mesin Penekan



Gambar 3. Cara perletakan benda uji pada saat pengujian tekan

- Mesin tekan dijalankan dengan penambahan berat yang konstan.

- Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur (beban maksimum), selanjutnya dibaca beban maksimum yang dapat ditahan benda uji pada jarum manometer.

b. Uji serapan air

- Mortar yang telah berumur 7,14, dan 28 hari di angkat dari perendaman kemudian di timbang beratnya dalam kondisi JPK dengan cara mengelap permukaan menggunakan kain penyerap (*W_{ssd}*).

- Setelah itu mortar di biarkan sampai kering udara sampai kurang lebih sehari / 24 jam kemudian di timbang beratnya (*W_{ku}*).

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian bahan susun mortar dan pembahasan

1) Air

Air yang digunakan dalam penelitian adalah air dari laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. Yang telah secara visual memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SK SNI-S04-1989-F (1989:23).

2) Semen portland

Semen yang digunakan adalah semen portland type I produksi PT. Semen Gresik dengan kemasan 40 kg/sak.

Semen yang digunakan saat penelitian tidak menggumpal dan dalam keadaan kering sehingga semen layak digunakan sebagai bahan penelitian.

3) Pasir

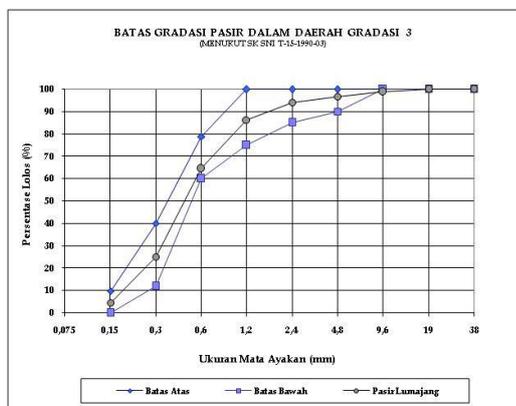
Pasir yang digunakan adalah pasir Lumajang yang didapatkan dari toko bangunan terdekat dengan laboratorium tempat dilaksanakannya penelitian. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan yang dilakukan :

a. Kadar lumpur

Berdasarkan hasil 2 kali pemeriksaan yang dilakukan kadar lumpur pasir Lumajang yang digunakan dalam penelitian ini di dapatkan nilai rata - rata 1,58% sehingga pasir memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bangunan karena menurut SNI 03-6821-2002 (2002: 172) kadar lumpur maksimum yang diijinkan adalah 5%.

b. Gradasi pasir

Hasil pemeriksaan pasir Lumajang bahwa modulus kehalusan pasir adalah 2,30 sehingga telah memenuhi syarat yang ditetapkan SNI 03-6821-2002 (2002: 172) yakni dengan modulus halus 2,0 sampai 3,0. Sedangkan gradasinya masuk pada zona 3/tergolong pasir halus menurut SK SNI T-15-1090-30.



Gambar 4. Grafik uji gradasi pasir lumajang

c. Berat jenis pasir

Dari hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa berat jenis pasir rata - rata adalah 2,69 gr/cm³. Dengan demikian pasir lumajang memenuhi syarat yang ditetapkan SNI 03-1970-1990 yakni syarat untuk pembuatan beton berat jenis pasir harus mempunyai nilai antara 2,5 – 2,8 gr/cm³.

Abu terbang / Fly ash

Abu terbang yang pada sisa pembakaran PT. IPMOMI - Paiton yang didapatkan dari PT. Merak Jaya Beton Malang.

a. Warna dan kehalusan abu terbang

Abu terbang lolos pada ayakan 0,075 mm dan jika diperhatikan dan abu terbang memiliki butiran yang lebih halus dari semen. Warna Abu terbang coklat kehitaman.

b. Berat Jenis abu terbang

Abu terbang PLTU Paiton ini memiliki berat jenis rata-rata 1,43 g/cm³. Jadi berat jenis abu terbang lebih rendah dari berat jenis semen portland.

Hasil uji sebar mortar dan pembahasan

Data mengenai hasil pemeriksaan uji sebar pembuatan adukan mortar dan nilai *FAS* (Faktor Air Semen) pada masing – masing variasi campuran dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini :

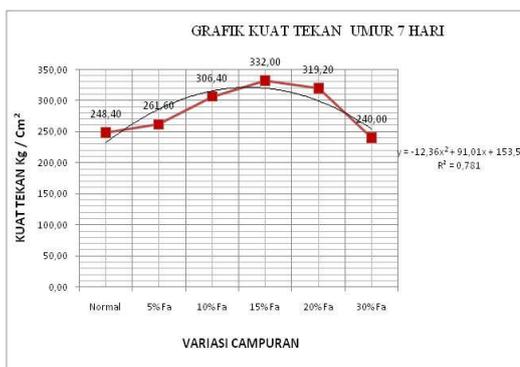
Tabel 5 Diameter uji sebar mortar

Variasi campuran	FAS	Diameter uji sebar (cm)				Diameter rata-rata Dr (cm)	% Dr	Diameter max (cm) 100%
		D1	D2	D3	D4			
1 PC : 3 Ps	0.45	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	91.3	11.5
0.95 PC : 0.05 Fa : Ps	0.45	11	11	10.3	10.5	10.7	93	11.5
0.90 Pc : 0.10 Fa : 3 Ps	0.45	10.5	11	11	11	10.9	94.6	11.5
0.85 Pc : 0.15 Fa : 3 Ps	0.45	10.8	11	10.7	11	10.9	94.6	11.5
0.80 PC : 0.20 fa : 3 Ps	0.45	11	10.8	10	11	10.7	93	11.5
0.70 PC : 0.30 fa : 3 Ps	0.45	11	11	11.2	11.4	11.2	97	11.5

Berdasarkan data tabel 5 hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa prosentase diameter rata-rata (Dr) dengan penggunaan factor air seman (FAS) sebesar 0,45% adalah antara 91,3 % sampai dengan 97,0 %, itu artinya data hasil pemeriksaan uji sebar yang telah dilakukan telah memenuhi syarat karena prosentase rata-rata uji sebar berada pada daerah antara 70 % -110 %. Pengamatan visual menunjukkan bahwa pada prosentase Dr sebesar 91,3 % sampai 97,0 % mortar cukup mudah untuk dikerjakan.

Hasil uji kuat tekan mortar dan pembahasan

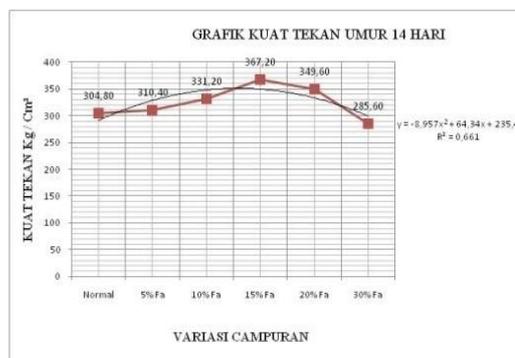
Uji kuat tekan mortar dilaksanakan pada umur 7,14 dan 28 hari. Hasil kuat tekan pada umur 7 dan 14 hari diproyeksikan untuk mendapatkan kuat tekan karakteristik (f_c') mortar pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan kuat tekan dengan variasi campuran umur 7 hari

Tabel 6 Kenaikan kuat tekan (7 hari)

Prosentase abu terbang	Kuat tekan hancur 7 hari (kg/cm ²)	Kenaikan kuat tekan (%)	Proyeksi kuat tekan pada umur 28 hari (kg/cm ²)
0%	248.4	0	382.15
5%	261.6	5.31	402.46
10%	306.4	23.35	471.38
15%	332	33.66	510.77
20%	319.2	28.5	491.08
30%	240	-3.38	369.23



Gambar 6. Grafik hubungan kuat tekan dengan variasi campuran umur 14 hari

Tabel 7 Kenaikan kuat tekan (14 Hari)

Prosentase abu terbang	Kuat tekan hancur 14 hari (Kg/Cm ²)	Kenaikan kuat tekan (%)	Proyeksi kuat tekan pada umur 28 hari (Kg/Cm ²)
0%	304.8	0	346.36
5%	310.4	1.84	352.73
10%	331.20	8.66	376.73
15%	367.20	20.47	417.27
20%	349.60	14.7	397.27
30%	285.60	-6.3	324.55



Gambar 6. Grafik hubungan kuat tekan dengan variasi campuran umur 28 hari

Tabel 8 Kenaikan kuat tekan (28 hari)

Prosentase abu terbang	Kuat tekan hancur 28 hari (kg/cm ²)	Kenaikan kuat tekan (%)
0%	333.6	0
5%	344.4	3.12
10%	366.40	9.83
15%	420.00	25.9
20%	396.60	18.71
30%	316.80	-5.04

Berdasarkan tabel 6, 7 dan 8 di atas menunjukkan bahwa pada prosentase abu terbang terhadap berat semen sebesar 15% dicapai kuat tekan mortar optimal yaitu pada umur 7 hari mencapai 332,00 kg/cm², pada umur 14 hari mencapai 367,20 Kg/cm² dan pada umur 28 hari mencapai 420,00 Kg/cm².

Sedangkan mortar yang hanya berbahan ikat semen portland (prosentase abu terbang sebesar 0%) yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan yang dicapai pada umur 7 hari sebesar 248,40 kg/cm² pada umur 14 hari mencapai 304,80 kg/cm² dan pada umur 28 hari mencapai 333,60 kg/cm² Kuat tekan tersebut masih di bawah kuat tekan mortar berbahan tambah abu terbang dengan prosentase 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 %.

Abu terbang yang butirannya lebih halus dari semen dalam mortar secara mekanik juga akan mempengaruhi kuat

tekan mortar karena akan mengisi pori-pori yang ada dalam mortar sehingga menambah kekedapan dan memudahkan pengerjaan, hal ini sesuai dengan pendapat Sofwan Hadi (2000) yang menyatakan bahwa abu terbang dapat menambah *workability* dan kualitas mortar dalam hal kekuatan dan kekedapan air. Kuat tekan mortar yang paling optimal dalam penelitian ini didapatkan pada prosentase 15%.

Hasil uji serapan air dan pembahasan

Pengujian serapan air pada mortar dengan bahan tambah abu terbang dilaksanakan pada saat mortar berumur 7,14,dan 28 hari. Adapun hasil pemeriksaan tersebut secara garis besar dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Penurunan serapan air (7 hari)

Prosentase abu terbang	Resapan efektif umur 7 hari (%)	Penurunan resapan (%)
0%	2.76	0
5%	2.36	14.75
10%	2.33	15.75
15%	2.3	16.67
20%	2.33	15.82
30%	2.51	9.3

Tabel 10 Penurunan serapan air (14 hari)

Prosentase abu terbang	Resapan efektif umur 14 hari (%)	Penurunan resapan (%)
0%	2.47	0
5%	2.23	9.89
10%	2.15	12.98
15%	2.12	14.26
20%	2.13	13.82
30%	2.41	2.62

Tabel 11 Penurunan serapan air (28 hari)

Prosentase abu terbang	Resapan efektif umur 28 hari (%)	Penurunan resapan (%)
0%	2.17	0
5%	2.01	7.52
10%	1.98	8.57
15%	1.67	23.07
20%	1.73	20.39
30%	2.13	1.95

Berdasarkan tabel 9, 10 dan 11 di atas menunjukkan bahwa resapan air terendah terjadi pada penggunaan prosentase abu terbang terhadap berat semen sebesar 15 % yaitu pada umur 7 hari sebesar 2,30 % dengan penurunan sebesar 16,67% dari serapan air mortar tanpa abu terbang sebagai kelompok kontrol, pada umur 14 hari serapan air sebesar 2,12 % dengan penurunan sebesar 14,26 %, sedangkan pada umur 28 hari serapan air sebesar 1,67 % dengan penurunan sebesar 23,07%. Dengan demikian serapan air yang terjadi pada mortar tersebut masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh ASTM – C 270 yang mensyaratkan serapan air maksimal pada mortar semen adalah sebesar 14 %.

Perbandingan penggunaan fly ash yang ada di pasaran

Pada saat ini banyak sekali abu terbang / *fly ash* dalam kemasan yang beredar di toko – toko bahan bangunan, dari yang mempunyai label resmi sampai yang tanpa label resmi. Oleh karena itu perlu adanya pengawasan mengenai prosentase penggunaannya di lapangan terlebih pada *fly ash* kemasan yang tidak mencantumkan aturan pakainya, agar tidak mengurangi mutu dari bangunan yang di rencanakan.



Gambar 7 *Fly ash* kemasan mencantumkan aturan pakai

Tabel 12 Contoh petunjuk takaran *fly ash* kemasan

Jenis pekerjaan	Perbandingan takaran bahan		
	Semen	<i>Fly Ash</i>	Pasir
Pasangan batu kali	1	1	8-12
Pasangan batu bata			
- Dinding kamar mandi	1	1	3-5
- Dinding selain kamar mandi	1	1	8-12
Pasangan batako	1	1	5-8
Plesteran			
- Dinding kamar mandi	1	1	3-5
- Dinding selain kamar mandi	1	1	8-12

Dari tabel 12 menunjukkan perbandingan penggunaan semen dengan *fly ash* yang di ijin sampai 1:1 dengan penggunaan pasir 1,5 sampai dengan 6 kali bahan bersifat semen. Sedangkan dalam penelitian ini kualitas mortar akan mengalami penurunan pada perbandingan semen dan *fly ash* sebesar 0,70 : 0,30.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian :

1. Penambahan abu terbang dengan prosentase tertentu dari berat semen ternyata dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar.
2. Penambahan abu terbang pada mortar berbahan ikat semen portland juga menjadikan mortar lebih kedap air, ini dikarenakan karena selain berfungsi sebagai bahan ikat abu terbang juga berfungsi sebagai filler
3. Kondisi yang paling optimum dari penggantian semen dengan abu terbang baik di tinjau dari kuat tekan dan resapan air pada penelitian ini terjadi pada prosentase 15 %.

Daftar Pustaka

- Badan Penelitian dan Pengembangan NSPM KIMPRASWIL. 2002. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara (SNI dan SK SNI Edisi 2002). Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta
- Moerdwiyono. 1998. Diktat Teknologi Bahan. Semarang
- Hidayat dan Husin, A. A. 1998. Semen Abu Terbang untuk Genteng Beton. Jurnal Litbang Vol. 14 No. 1 Tahun 1998. Jakarta
- Suhud, R. 1993. Beton Mutu Tinggi. Jurnal Litbang Vol. IX No. 7-8 Juli – Agustus 1993. Jakarta
- Scott, John. S. 1993. Kamus Lengkap Teknik Sipil Edisi Ke-4. Erlangga. Jakarta
- Neville, A. M. 1977. Properties of Concrete. Pitman Publishing Limited. London
- Tri Mulyono. 2003. Teknologi Beton. Penerbit Andi
- Sofwan Hadi. 2000. Pengaruh Ukuran Butir dan Komposisi Abu Terbang PLTU Sebagai Pengisi dan Pozolan
- Ratmaya Urip. 2003. Teknologi Semen dan Beton: Fly Ash, Mengapa Seharusnya Dipakai pada Beton. Gresik: PT. Semen Gresik Indonesia dan PT. Varia Usaha Beton
- Lilis A. Rahmi. 2005. Pemanfaatan Abu Layang Batubara Untuk Stabilisasi Ion Logam Berat Besi (Fe^{3+}) dan Seng (Zn^{2+}) Dalam Limbah Cair Buangan Industri. Tugas Akhir, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang : Semarang