

PENGARUH PENAMBAHAN ABU TERBANG (*FLY ASH*) TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK BETON

NUR CHOIRI

ABSTRAK

Abu terbang (*fly ash*) merupakan salah satu bahan tambah (*additive*) campuran pembuatan beton. Selama ini pembuatan beton masih menggunakan semen dan kapur sebagai bahan ikat utama yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu pada penelitian ini akan menggunakan alternative bahan tambah abu terbang yang memiliki harga lebih murah dan diprediksikan dapat meningkatkan kuat tekan beton dan meningkatkan kekedapan/porositas beton.

Penelitian dan pengujian ini dilaksanakan dengan cara pengujian terhadap kemampuan daya tekan beton dan kekedapan/porositas beton melalui media benda uji (*specimen*) yang berbentuk silinder berdimensi diameter 15cm dan tinggi 30cm dengan variasi penambahan abu terbang sebanyak 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terhadap berat semen pada benda uji berumur 28 hari.

Hasil penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Beton Balai Irigasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan diperoleh nilai *slump* menurun dari nilai rencana *slump* yaitu 12cm, dengan penambahan abu terbang 20% menurun menjadi 11,5cm, penambahan abu terbang 30% nilai *slump* menurun menjadi 10cm, penambahan abu terbang 40% nilai *slump* menurun menjadi 7cm dan penambahan abu terbang 50% nilai *slump* menurun menjadi 3cm. Kuat tekan maksimum diperoleh pada campuran tambahan abu terbang pada proporsi 40% dengan kuat tekan 349,5 kg/cm² terjadi peningkatan mutu sebesar 35,83% dari beton konvensional. Dan dari hasil pengujian porositas diperoleh nilai kekedapan maksimum pada proporsi campuran tambahan beton 50% dengan nilai kekedapan (porositas) sebesar 1,134⁻¹⁰. Secara umum dengan penambahan abu terbang sebesar 40% terhadap berat semen dengan mutu rencana K-225 memiliki kuat tekan 349,5 Kg/m².

Kata Kunci : *fly ash*, *specimen*, *Slump*, kuat tekan, porositas.

I. PENDAHULUAN

Di zaman modern seperti dewasa ini dan seiring peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat diperlukan juga sarana tempat tinggal, gedung perkantoran, tempat ibadah, gedung sekolah, gedung kampus, jalan, jembatan dan sarana lainnya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dalam upaya memenuhi kebutuhan tersebut dilakukan pembangunan yang berkualitas tinggi namun diusahakan dengan biaya yang seefisien mungkin serta pelaksanaan pekerjaan yang cepat dan hasil yang bagus.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu dilakukan pembangunan dengan menggunakan beton, karena beton ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai kelebihan bila dipakai untuk pembangunan dibandingkan bahan konstruksi lainnya. Kelebihan beton yang paling utama ekonomis karena dalam pelaksanaannya cukup menggunakan bahan dasar lokal yang ada di sekitar lokasi yang mudah didapat seperti pasir, split, air dan bahan lainnya, selain itu beton mempunyai sifat yang mudah dikerjakan (*workability*) dalam pelaksanaannya mudah dibentuk sesuai dengan keinginannya, dan mampu menahan kekuatan tekan yang baik, fisiknya tidak mudah aus, bersifat kedap air dan sangat mudah dalam perawatannya.

Sekarang ini sudah berkembang penelitian yang menggunakan berbagai macam bahan tambah (*additive*) untuk meningkatkan mutu beton semakin bermutu tinggi namun juga semakin meningkatkan biaya ekonomis didalam pembangunan pada suatu konstruksi.

Abu terbang (*fly ash*) adalah abu yang mempunyai sifat pozolan hasil dari pembakaran batu bara jenis antrasi pada suhu 1560 °C, yang butiran kehalusannya tertinggal di atas ayakan no. 325 (0,045 mm) maks 34% merupakan bahan tambah yang dapat meningkatkan mutu beton karena abu terbang mampu mengisi rongga-rongga yang kosong dan dapat mempermudah dalam pelaksanaan penyelesaian bangunan.

Penelitian ini merupakan penambahan abu terbang yang mempengaruhi terhadap sifat fisik dan sifat mekanik beton yang diharapkan dengan penambahan bahan tambah abu terbang akan mampu meningkatkan kuat tekan beton, menambah kepadatan beton dan meningkatkan kekedapan beton.

II. Perumusan Masalah

Dalam penelitian Pengaruh Penambahan Abu Terbang terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Beton dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti:

- 1) Apakah dengan penambahan bahan tambah abu terbang akan mempengaruhi terhadap sifat fisik dan sifat mekanik beton?
- 2) Seberapa besar pengaruhnya penambahan bahan abu terbang terhadap kuat tekan beton?
- 3) Apakah dengan penambahan bahan abu terbang beton menjadi terisi padat karena rongga-rongga terisi oleh abu terbang?

III. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu terbang terhadap sifat fisik dan sifat mekanik beton;
- 2) Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tekan beton;
- 3) Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu terbang terhadap porositas beton.
- 4) Untuk mengetahui variasi penambahan abu terbang yang paling optimum.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

Manfaat dari penelitian dengan campuran beton ditambah bahan abu terbang ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dapat dihasilkan formulasi penambahan bahan abu terbang (*fly ash*) yang mampu meningkatkan kekuatan terhadap kuat tekan beton;
- 2) Dapat memberikan informasi yang jelas terhadap penambahan penggunaan bahan abu terbang (*fly ash*) sehingga bisa diterapkan di daerah di seluruh Indonesia yang banyak didapatkan abu terbang;
- 3) Dapat memberikan solusi alternative untuk penambahan bahan tambah (*additive*) dalam konstruksi beton;
- 4) Dapat memberikan jalan perbaikan mutu kuat beton sehingga dapat memenuhi kebutuhan beton yang diinginkan;
- 5) Dapat memberikan kemudahan dan hasil pekerjaan yang bagus dan mudah dalam pelaksanaannya.
- 6) Dapat memberikan peningkatan pengikatan beton pada umur 28 hari.

IV. Batasan Masalah

Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Balai Irigasi Kementerian Pekerjaan Umum ini akan dilaksanakan meliputi:

- 1) Mencari nilai kuat tekan beton maksimum pada penambahan abu terbang sebagai bahan tambah campuran beton dengan melakukan pengujian terhadap:
 - a. Pengujian fisik beton
 - b. *Mix design* dan perawatan benda uji
 - c. Pengujian *slump*
 - d. Pengujian kuat tekan beton
 - e. Pengujian porositas beton.
- 2) Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada beton mencapai umur 28 hari pada beton normal dan beton formulasi penambahan bahan abu terbang masing-masing 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terhadap berat semen.
- 3) Pengujian porositas beton untuk mengetahui kekedapan beton, dilakukan pengujian pada beton normal dan beton formulasi penambahan bahan abu terbang masing-masing 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%

V. METODOLOGI PENELITIAN

Objek Penelitian

Benda uji merupakan bagian dari populasi, sebagai benda uji yang diambil dengan menggunakan cara-cara tertentu. Benda uji adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Benda uji yang dilakukan dengan variasi penambahan abu terbang pada penelitian ini sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terhadap berat semen.

Penelitian ini menggunakan benda uji yang berbentuk silinder berdimensi diameter 15cm dan 30cm pada umur mencapai 28 hari dengan perawatan direndam dalam bak air. Lingkup penelitian ini dengan cara menguji bahan material, *mix design*, pembuatan benda uji sesuai dengan rencana prosentase campuran.

Pengujian kuat tekan dengan menggunakan SNI 1974 : 2008 atau JIS A.1108 – 1963 dan Pengujian Porositas dengan JIS A.1218-1961 yang dilaksanakan di Laboratorium Beton Balai Irigasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum.

Alat dan Bahan

1) Alat

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

Saringan

- a. Saringan (satu set saringan yang terdiri : 10 mm, 5mm, 2,5mm, 1,2mm, 0,6mm, 0,3mm, 0,15mm dan pan serta penutup saringan)
- b. Ayakan (satu set ayakan : 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm, 40mm, 60mm, 80mm dan 100mm)
- c. Saringan nomor 0,074 (0,075mm)
- d. Timbangan
- e. Gelas ukur
- f. Cawan
- g. Stop watch
- h. Oven
- i. Desikator
- j. Penggaris
- k. Jangka sorong dan siku
- l. Ember
- m. Keranjang
- n. Bak perendam
- o. *Universal Testing Machine "TANIFUJI"*

2) Bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan untuk penelitian ini meliputi:

- a. Agregat halus (pasir) dari : Pasir Galunggung
- b. Agregat kasar (split) : Kuningan

- c. Semen : Buatan PT. Indocement Merek Tiga roda
- d. Bahan tambah abu terbang : dari Cilegon, Jawa Barat
- e. Air : Lokasi penelitian (Balai Irigasi)

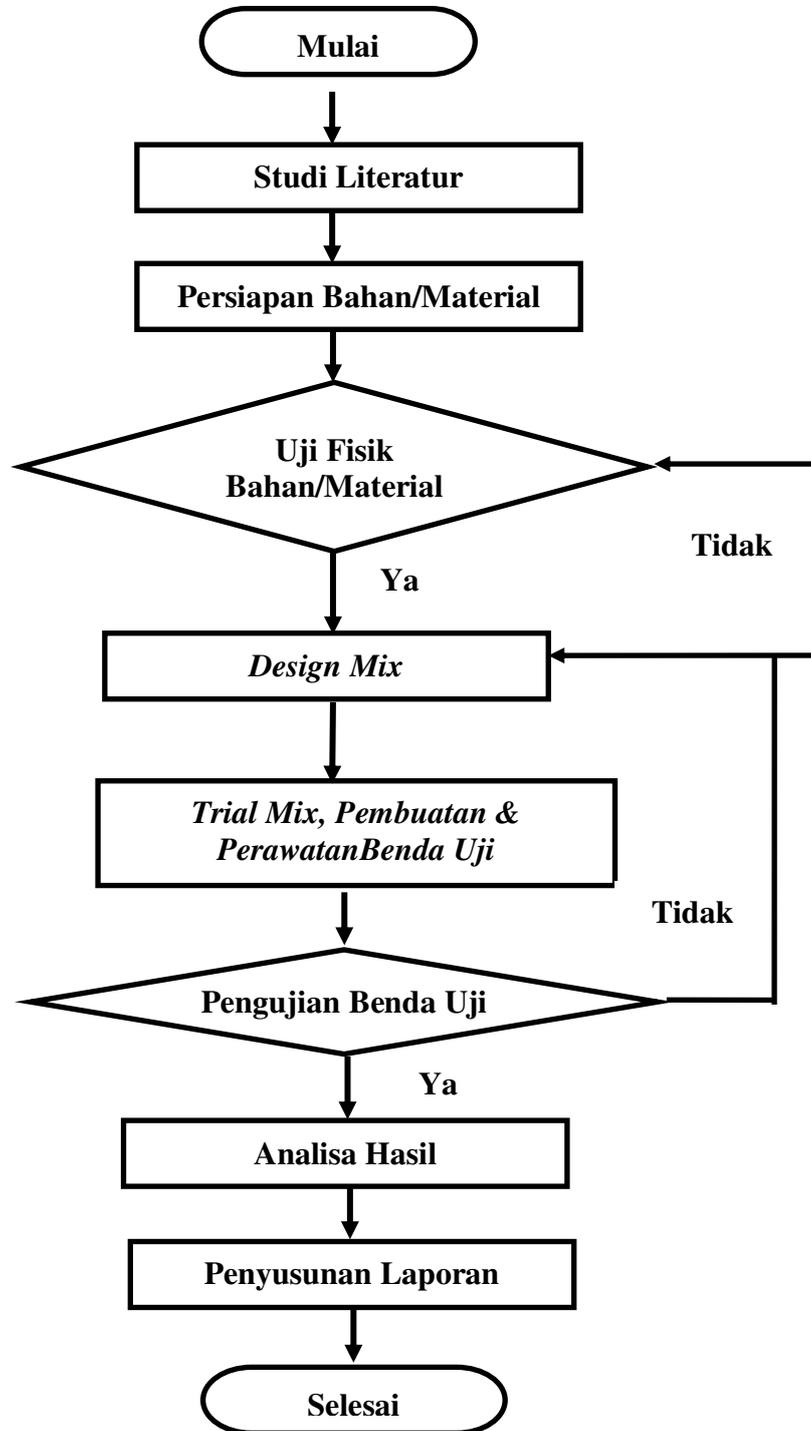


Diagram Alur Penelitian

VI. ANALISA HASIL PENELITIAN

Pengujian Kuat Tekan Beton

1) Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

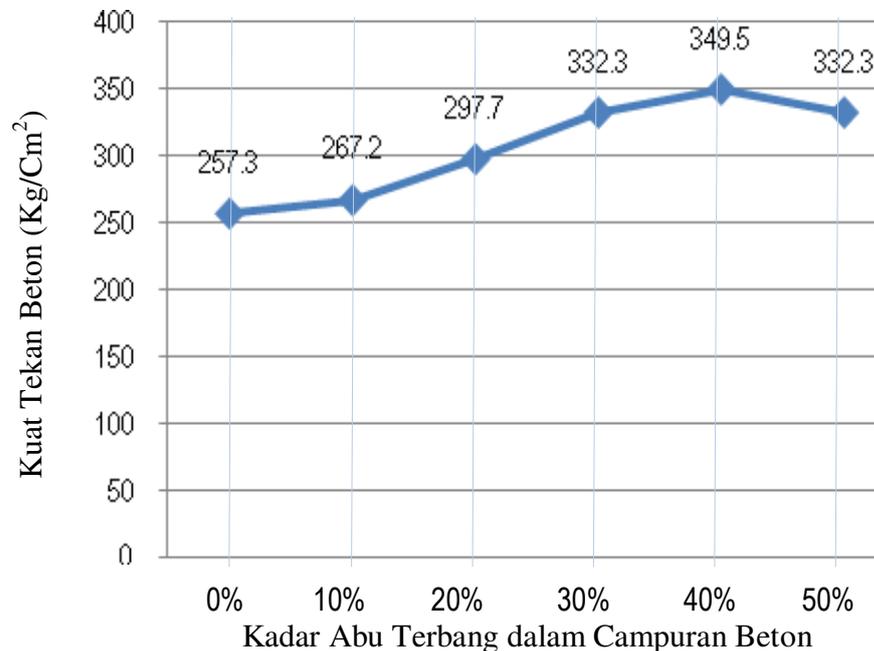
Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari pada campuran beton yang ditambah bahan abu terbang 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat semen didapatkan hasil kuat tekan sebesar pada Tabel sebagai berikut:

Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Penambahan Fly Ash	Tanggal		Umur (hari)	Berat (Kg)	Kuat Tekan		Rata-rata Kg/cm ²
	Pembuatan	Pengujian			Ton	Kg/cm ²	
0%	18-4-2011	16-5-2011	28	12,141	46,4	262,6	257,3
				12,108	44,2	250,1	
				12,117	45,5	257,5	
				12,120	46,0	260,3	
				12,119	45,2	255,8	
				12,133	45,4	257,2	
				12,145	45,6	257,8	
10%	25-4-2011	23-5-2011	28	12,125	45,4	256,9	267,2
				12,234	48,8	276,2	
				12,226	46,4	262,6	
				12,227	46,9	265,4	
				12,239	47,2	267,1	
				12,227	46,8	264,8	
				12,240	47,4	268,3	
20%	25-4-2011	23-5-2011	28	12,320	47,2	267,1	297,7
				12,238	47,0	266,0	
				12,235	53,8	304,5	
				12,224	52,4	296,5	
				12,216	49,6	280,7	
				12,238	53,4	302,2	
				12,238	53,8	304,5	
30%	26-4-2011	24-5-2011	28	12,217	52,1	294,9	332,3
				12,243	52,3	296,0	
				12,220	52,4	296,5	
				12,200	56,6	320,3	
				12,226	59,6	337,3	
				12,206	56,9	322,0	
				12,213	57,8	327,1	
40%	26-4-2011	24-5-2011	28	12,237	62,6	354,3	349,5
				12,215	59,3	335,6	
				12,210	58,6	331,6	
				12,120	58,4	330,5	
				12,256	63,9	361,6	
				12,218	60,4	341,8	
				12,232	61,8	349,7	
50%	27-4-2011	25-5-2011	28	12,247	62,0	350,9	332,3
				12,220	60,7	343,5	
				12,234	60,8	344,1	
				12,258	62,9	356,0	
				12,244	61,6	348,6	
				12,157	57,0	322,6	
				12,219	61,0	345,2	
12,171	57,2	323,7					
				12,173	58,9	333,3	
				12,197	59,5	336,7	
				12,180	57,8	327,1	
				12,217	60,0	339,6	
				12,194	58,3	329,9	

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Beton Balai Irigasi, 2011

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari terhadap campuran beton 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dapat dibuat grafik seperti dibawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang dengan mutu rencana K-225 terjadi penambahan kuat tekan menjadi 349,5, sehingga hasil pegujian ini penambahan abu terbang optimum pada 40% terhadap berat semen, dan campuran beton dengan bahan tambah abu terbang disarankan untuk beton jenis K-250 yaitu jenis sedang.

2) Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekon beton dengan campuran abu terbang pada umur beton 28 hari terdapat peningkatan dibandingkan kuat tekon beton konvensional. Peningkatan maksimum pada campuran 40% abu terbang terhadap berat semen dengan kuat tekan sebesar 349,5 Kg/cm². Dengan demikian terjadi peningkatan kuat tekan terhadap kuat beton konvensional sebesar $(349,5 - 257,3)/257,3 \times 100\% = 35,83\%$.

Tetapi pada campuran beton dengan penambahan abu terbang 50% terjadi penurunan dari kuat tekan maksimum sebesar $(349,5 - 332,3)/332,3 \times 100\% = 5,18\%$.

3) Hasil Pengujian Fisik Beton

Dari hasil pengujian fisik beton pada campuran beton yang ditambah bahan abu terbang 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terhadap berat semen sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Fisik Beton Umur 28 Hari

Penambahan Fly Ash	Permukaan Sebelum di Tes	Bentuk Setelah Di Test		Ukuran			Rata-rata Luas (Cm ²)
		Bleding (pemisahan butiran)	Permukaan	Tinggi (Cm)	Diameter (Cm)	Luas (Cm ²)	
0%	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	176.7
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
10%	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	176.7
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
20%	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	176.7
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
30%	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	176.7
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7		
Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7		

	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
40%	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	176.7
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
50%	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	176.7
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	
	Halus dan rata	Tidak	Rata	30.0	15.0	176.7	

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Beton Balai Irigasi, 2011

4) Analisa Hasil Pengujian Sifat Fisik Beton

Sifat fisik beton dalam penelitian ini meliputi : bentuk contoh beton berbentuk silinder yang berupa fisik dari contoh beton yang diuji, ukuran contoh beton berbentuk silinder yang berupa dimensi dari contoh beton panjang, diameter dan berat.

a. Sifat fisik beton sebelum ditest menunjukkan sebagai berikut:

Bentuk beton uji berbentuk silinder sebagai berikut:

- Permukaannya halus
- Permukaannya rata
- Tidak terjadi rongga-rongga pada beton
- Tidak terjadi pemisahan butiran.

Ukuran beton uji berbentuk silinder sebagai berikut:

- Panjangnya relative sama yaitu $30\text{cm} \pm 0,02\text{mm}$
- Ukuran diameter relative sama yaitu $15\text{cm} \pm 0,02\text{mm}$
- Berat contoh pada setiap variasi relative sama

Pembuatan beton uji berbentuk silinder sebagai berikut:

- Proses pembuatan benda uji pada beton konvensional mengalami kesulitan dalam pencetakan.
- Pencetakan benda uji dengan campuran abu terbang mengalami peningkatan kemudahan pengerjaan sebanding dengan penambahan variasi penambahan prosentase abu terbang.

Perawatan beton uji dilakukan dengan direndam dalam bak perendaman selama 28 hari sampai beton siap untuk dilakukan pengujian.

b. Sifat fisik beton sesudah dites menunjukkan sebagai berikut:

Bentuk beton uji berbentuk silinder sebagai berikut:

- Permukaan beton uji tetap halus halus
- Permukaan beton uji rata dan terjadi retak setelah mengalami penekanan
- Beton tidak mengalami pecah dan pemisahan butiran akibat tekanan
- Retakan beton tidak sampai hancur

Ukuran beton uji berbentuk silinder sebagai berikut:

- Panjangnya beton uji setelah dites tidak mengalami perubahan yang banyak, masih relative sama yaitu $30\text{cm} \pm 0,02\text{mm}$
- Ukuran diameter beton uji setelah dites tidak mengalami perubahan yang banyak, masih relative sama yaitu $15\text{cm} \pm 0,02\text{mm}$
- Berat contoh pada setiap variasi sama.

Dari hasil penelitian terhadap sifat fisik beton yang dilakukan di laboratorium didapatkan data sifat fisik beton sebagai berikut:

- Beton dengan ditambah campuran abu terbang akan lebih mudah dalam pengerjaan
- Beton dengan ditambah campuran abu terbang mempunyai sifat *workability* yaitu pengerjaan beton akan lebih mudah dan hasil penyelesaian yang lebih baik dan rapi
- Beton dengan ditambah campuran abu terbang akan lebih padat dan kedap dikarenakan tidak terjadi rongga-rongga, karena bagian yang rongga terisi oleh abu terbang dan bahan filler lainnya.

Pengujian Porositas Beton

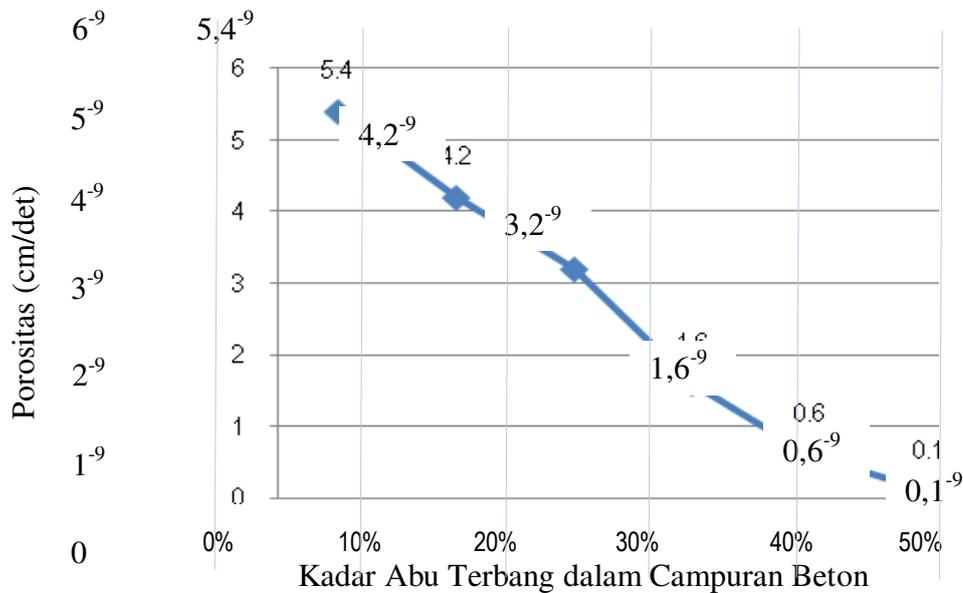
1) Hasil Pengujian Porositas Beton

Pengujian porositas beton dengan bahan tambah abu terbang dilakukan pada beton umur 28 hari pada campuran beton 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Hasil pengujian porositas beton menunjukkan semakin banyak prosentase penambahan abu terbang hasil porositas semakin kedap. Hasil pengujian porositas beton dapat dilihat pada Tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel Hasil Pengujian Porositas Beton

Nama	: Nur Choiri	Tanggal	: 16-25 Mei 2011				
Temperatur	: Ruang 29°C, Air 25°C, Oven 125°C	Kelembaban	: 90%				
Contoh	: Beton Cylinder						
Jenis Campuran Beton Yang Diuji		0%	10%	20%	30%	40%	50%
1. Diameter benda uji (D) (cm)		10	10	10	10	10	10
2. Tebal benda uji (L) (cm)		1,6	1,55	1,6	1,5	1,5	1,4
3. Luas benda uji (A) = $\frac{1}{4}\pi d^2$ (cm)		78,54	78,54	78,54	78,54	78,54	78,54
4. Tinggi tekanan air (h) (cm)		2000	2000	2000	2000	2000	2000
5. Banyaknya air rembesan (Q) (cm)		46,50	37,60	27,40	15,20	6,30	1,10
6. Waktu yang diperlukan (t ₁ -t ₂) (dtk)		86400	86400	86400	86400	86400	86400
7. Porositas = $\frac{L}{h} \cdot \frac{Q}{A(t_1-t_2)}$		5,45 ⁻⁹	4,29 ⁻⁹	3,23 ⁻⁹	1,68 ⁻⁹	6,96 ⁻¹⁰	1,13 ⁻¹⁰

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Beton Balai Irigasi, 2011



Grafik Nilai Porositas

2) Analisa Hasil Pengujian Porositas Beton

Dari hasil pengujian porositas beton dengan bahan tambah abu terbang yang dilakukan pengujian pada beton umur 28 hari pada campuran beton 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terdapat nilai porositas beton normal sebesar $5,45 \cdot 10^{-9}$ dan nilai beton dengan ditambah bahan abu terbang terhadap berat semen 10% sebesar $4,29 \cdot 10^{-9}$, 20% sebesar $3,23 \cdot 10^{-9}$, 30% sebesar $1,68 \cdot 10^{-9}$, 40% sebesar $6,96 \cdot 10^{-10}$ dan 50% sebesar $1,13 \cdot 10^{-10}$.

Dengan hasil ini dapat dijelaskan bahwa nilai porositas yang paling kecil pada campuran beton 50% dengan nilai sebesar $1,13 \cdot 10^{-10}$ dan selisih nilai terhadap beton normal sebesar $5,34 \cdot 10^{-9}$.

Manfaat Campuran Beton dengan Bahan Tambah Abu Terbang (*Fly Ash*)

Dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium dan berdasarkan hasil pengujian terhadap kuat tekan beton dan pengujian porositas beton konvensional dan beton dengan ditambah abu terbang didapatkan hasil penelitian ini menggambarkan secara umum bahwa beton dengan campuran abu terbang dapat digolongkan dalam jenis beton mutu sedang dengan kuat tekan antara K-250 - K400 yang umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971 pada Bab Kelas dan Mutu Beton seperti pada dibawah menunjukkan hasil pengujian beton dengan campuran abu terbang ini termasuk kelas III dengan mutu $K > 225$. Sehingga beton dengan campuran abu terbang ini dapat digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm^2 .

Tabel Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ_{bk}^1 (Kg/cm^2)	Tujuan	Pengawasan terhadap	
				Mutu Agregat	Kekuatan tekan
I	B0	-	Non struktural	Ringan	Tanpa
II	B1	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K125	125	Struktural	Ketat	Kontinu
	K175	175	Struktural	Ketat	Kontinu
	K225	225	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K > 225	> 225	Struktural	Ketat	Kontinu

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971

VII. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap campuran beton dengan ditambah abu terbang (*Fly Ash*) dan dilakukan analisa hasil pengujian maka penelitian Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Beton dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) terhadap Sifat Fisik Beton sebagai berikut:
 - a. Beton yang ditambah dengan abu terbang permukaanya lebih rata dan halus dibandingkan dengan permukaan beton yang tidak ditambah dengan abu terbang.
 - b. Semakin banyak prosentase penambahan abu terbang maka permukaan beton semakin rata dan halus.
 - c. Beton yang dicampur dengan abu terbang tidak terjadi rongga-rongga sehingga beton menjadi padat.
 - d. Dengan penambahan abu terbang maka pengerjaan beton lebih mudah (*workability*).
2. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) terhadap Sifat Mekanik Beton sebagai berikut:
 - a. Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang dengan mutu rencana K-225 terjadi penambahan kuat tekan maksimum pada campuran beton dengan tambahan abu terbang terhadap berat semen sebanyak 40% menjadi kuat tekan sebesar $349,5 \text{ Kg/cm}^2$. Dengan demikian terjadi peningkatan kuat tekan terhadap kuat beton konvensional sebesar $(349,5 - 257,3)/257,3 \times 100\% = 35,83\%$. Tetapi pada campuran beton dengan penambahan abu terbang 50% terjadi penurunan dari kuat tekan maksimum sebesar $(349,5 - 332,3)/332,3 \times 100\% = 5,18\%$.
 - b. Hasil pengujian porositas beton dengan bahan tambah abu terbang pada beton umur 28 hari pada campuran beton 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terdapat nilai porositas yang meningkat seiring prosentase penambahan abu

terbang, hasil pengujian porositas beton normal sebesar $5,45^{-9}$ dan nilai beton dengan ditambah bahan abu terbang terhadap berat semen 10% sebesar $4,29^{-9}$, 20% sebesar $3,23^{-9}$, 30% sebesar $1,68^{-9}$, 40% sebesar $6,96^{-10}$ dan 50% sebesar $1,13^{-10}$. Dengan hasil ini dapat dijelaskan bahwa nilai porositas yang paling kedap pada campuran beton 50% dengan nilai sebesar $1,13^{-10}$ dan selisih nilai terhadap beton normal sebesar $5,34^{-9}$.

Hal ini menunjukkan abu terbang sebagai bahan filler yang cukup bagus sehingga beton menjadi padat.

3. Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini menurut hasil pemeriksaan secara fisik memenuhi syarat yang telah ditentukan dalam penelitian sehingga dapat digunakan untuk campuran beton.
4. Semakin banyak penambahan abu terbang terhadap semen untuk campuran beton, semakin kecil nilai *slump* yang diperoleh yaitu hasil *slump* penambahan 10% nilai *slump*nya tetap 12cm, pada 20% nilai *slump* turun menjadi 11,5cm, pada 30% nilai *slump* turun menjadi 10cm, pada 40% nilai *slump* turun menjadi 7cm, pada 50% nilai *slump* turun menjadi 3cm. Untuk mempertahankan *slump* 12cm maka dilakukan penambahan air sesuai dengan persentase penambahan abu terbang.
5. Untuk tetap mendapatkan nilai *slump* 12cm pada campuran 20% terhadap berat semen diperlukan penambahan air sebesar 50cc, pada campuran 30% terhadap berat semen diperlukan tambahan air sebesar 200cc, pada campuran 40% terhadap berat semen diperlukan tambahan air sebesar 400cc, pada campuran 50% terhadap berat semen diperlukan tambahan air sebesar 700cc.

Tabel Pengaruh Penambahan Abu Terbang terhadap Faktor Air Semen w/c

Nilai Kuat Tekan	Keamanan (%)	Abu Terbang (%)	Nilai W/C terhadap hasil pengujian (%)	Nilai Kuat Tekan teoritis diperoleh	Nilai Kuat Tekan hasil pengujian
225	15	0	0,62	258,75	257,3
225	15	10	0,60	284,63	267,2
225	15	20	0,56	310,50	297,7
225	15	30	0,52	336,37	332,3
225	15	40	0,50	362,25	349,5
225	15	50	0,52	388,12	332,3

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Beton Balai Irigasi, 2011

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh abu terbang terhadap factor air semen (W/C) adalah sebagai berikut:

- a. Semakin banyak abu terbang yang digunakan semakin kecil faktor air semen (W/C)nya;
- b. Semakin kecil faktor air semen (W/C) maka semakin besar nilai kuat tekan beton.

VIII.Saran

Dengan menganalisa hasil penelitian terhadap campuran beton dengan bahan tambah abu terbang dan untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pengujian di laboratorium dengan cermat, teliti, dan kesungguhan yang kuat.

2. Dalam pembuatan benda uji harus diperhatikan prosentase campuran bahan pembuat beton harus sesuai dengan perhitungan perencanaan campuran beton.
3. Pada saat pelaksanaan pencampuran beton harus diperhatikan langkah-langkah pembuatan benda uji yang benar supaya benda uji benar-benar tercampur dan tidak terjadi rongga-rongga pada saat pembuatan benda uji.
4. Benda uji harus dirawat dengan baik supaya tidak terjadi kerusakan sebelum pengujian yaitu benda uji di rawat dalam bak air dan dijaga keamanannya dan keutuhannya.
5. Dari hasil penelitian ini didapatkan campuran beton dengan bahan tambah abu terbang diperoleh Mutu Beton Kelas III, sehingga cocok untuk konstruksi seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2008, SNI 1968:2008, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum
- _____, 2008, SNI 1969:2008, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum
- _____, 2008, SNI 1974:2008, *Metode Pengujian Kekentalan (Slump) Beton*, Departemen Pekerjaan Umum.
- _____, 2010, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- _____, 2010, SNI 03-2460-1991, *Spesifikasi Abu Terbang sebagai Bahan Tambahan untuk Campuran Beton*, Kementerian Pekerjaan Umum
- _____, 2010, SNI 03—2493-1991, *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- _____, 2010, SNI 1972: 2008, *Cara Uji Slump Beton*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Balai Irigasi, 2008, *Panduan Praktikum Beton*, Puslitbang Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum
- Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ferguson, M., et al. 1991, *Dasar-dasar Beton Bertulang*, Jakarta: Erlangga.
- Google, 27 Juli 2011, *Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash*, http://b3.menlh.go.id/3r/article.php?article_id=6
- Mosley, H.W., and Bungey, H.J., 1989, *Reinforced Concrete Design 3rd Edition*, Jakarta: Erlangga.
- Sagel. R., et al. 1994, *Pedoman Pengerjaan Beton*, Jakarta: Erlangga.

Vis, W.C., and Kusumo, G., 1995, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Jakarta: Erlangga.

Wangsadinata, W., *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I. – 2*, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.

Wikipedia, 27 Juli 2011, *Abu Terbang Batubara Sebagai Adsorben*, <http://www.majarikanayakan.com>.

