

## PEMANFAATAN FLY ASH PADA KUAT TEKAN BETON K300

Mira Setiawati

Email : [mirasetiawati060781@yahoo.com](mailto:mirasetiawati060781@yahoo.com)

Masri A Rivai

Email : [masriarivai@gmail.com](mailto:masriarivai@gmail.com)

Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang

### ABSTRAK

*Perkembangan teknologi beton sekarang ini sangat pesat. Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan. Hal ini dimaksudkan untuk menjawab tuntutan dan tantangan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton itu sendiri. Penelitian ini didesain dengan memanfaatkan fly ash dan silicafume sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan fly ash sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan beton. Persentase fly ash yang digunakan bervariasi, mulai dari 0%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%. Mutu beton yang direncanakan adalah K300. Beton akan diuji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan curing. Dari hasil penelitian didapati bahwa penggunaan fly ash sebesar 7,5% memberikan nilai optimum yaitu sebesar 334,47 Kg/cm<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari. Penggunaan fly ash sebesar 15% menghasilkan beton dengan kekuatan terendah. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase penggunaan fly ash pada campuran beton, akan menghasilkan beton dengan kekuatan yang semakin menurun.*

**Kata Kunci:** Beton, fly ash, silica fume

### Pendahuluan

### Latar Belakang

Perkembangan teknologi beton sekarang ini sangat pesat. Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan. Penelitian tentang beton mutu tinggi diharapkan mampu menjawab tuntutan dan tantangan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton itu sendiri. Penelitian mengenai beton mutu tinggi sudah banyak

dilakukan. Beton mutu tinggi membutuhkan fas yang rendah, namun jika fas-nya terlalu rendah pengerjaan beton terutama ketika diaduk, dituang, diangkut dan terutama ketika dipadatkan tidak maksimal, sehingga akan mengakibatkan beton menjadi keropos, hal tersebut akan mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton.

*Silica fume* adalah material pozollan yang sangat halus, dengan kadar kandungan senyawa SiO<sub>2</sub> yang sangat tinggi (> 90%) dan memiliki ukuran sekitar 1/100 ukuran

rata-rata partikel semen. *Silica fume* sendiri komposisi silikanya lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon.

*Superplasticizer* adalah bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) yang lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Penggunaan *superplasticizer* dapat mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan dan meningkatkan *workability*.

Penggunaan *silica fume* dan *superplasticizer* dalam campuran beton diharapkan dapat menghasilkan beton mutu tinggi khususnya di awal umur beton. Penelitian ini didesain untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan karakteristik yang tinggi pada awal umur beton. Beton dengan kekuatan awal tinggi (performa tinggi) akan mengoptimalkan waktu pengerjaan suatu konstruksi tanpa mengabaikan kualitas beton yang digunakan. Penelitian ini nantinya merupakan dasar untuk mendisain komposisi (*mix-design*) beton mutu tinggi. Setelah komposisi campuran beton mutu tinggi diperoleh, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap nilai kuat tekan beton mutu tinggi.

Beton dengan kekuatan awal tinggi merupakan jenis beton yang memiliki *workability* yang tinggi, sehingga tidak memerlukan pemadatan.

### Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan *fly ash* dan *silica fume* sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton, khususnya pada awal umur beton.

### Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* dan *silica fume* terhadap kuat tekan beton. Tujuannya untuk mendapatkan desain campuran beton yang mempunyai kekuatan awal yang tinggi, sehingga bisa diaplikasikan di pekerjaan sipil.

### Tinjauan Pustaka

Beton merupakan campuran antara semen, agregat halus, split dan air yang dicampur menjadi massa padat dengan ataupun tanpa bahan tambah (Mulyono Tri, 2004, Teknologi Beton). Untuk mendapatkan campuran beton yang baik harus memperhatikan beberapa hal, antara lain: pemilihan bahan pembentuk beton, proses pemadatan beton segar dan proses perawatan beton.

### Bahan Tambah

#### a. Bahan Tambah Mineral (*Silica Fume*)

*Silica fume* merupakan material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon dan *alloy* besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilica* dengan *silica fume*). *Silica*

*fume* merupakan bahan pengisi (*filler*) dalam beton yang mengandung kadar *silica* yang tinggi. Kandungan  $\text{SiO}_2$  mencapai lebih dari 90%. Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi.

#### 1) Sifat-sifat Fisik *Silica Fume*

Sifat-sifat fisik *silica fume* sebagai berikut:

- a) Warna: bervariasi mulai dari abu-abu sampai abu-abu gelap.
- b) *Spesifik gravity*: 2,0-2,5.
- c) *Bulk density*: 250-300 kg/m<sup>3</sup>.
- d) Ukuran: 0,1-1,0 mikron (1/100 ukuran partikel semen).

#### 2) Sifat Kimia *Silica Fume*

*Silica fume* merupakan material yang bersifat *pozzollonic*. Dalam penggunaannya, *silica fume* berfungsi sebagai pengganti sebagian dari jumlah semen dalam campuran beton, yaitu sebanyak 5%-15% dari total berat semen. Kandungan  $\text{SiO}_2$  dalam *silica fume* akan bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen pada saat proses pembentukan senyawa *kalsium silikat hidrat* (CSH) yang berpengaruh dalam proses pengerasan semen.

#### 3) Keunggulan dan Kendala Penggunaan *Silica Fume*

Keunggulan-keunggulan penggunaan *silica fume* dalam beton adalah sebagai berikut:

- a) Meningkatkan kuat tekan beton;
- b) Meningkatkan kuat lentur beton;
- c) Memperbesar modulus elastisitas beton;
- d) Mengecilkan regangan beton;
- e) Meningkatkan durabilitas beton terhadap serangan unsur kimia;
- f) Mencegah reaksi *alkali silica* dalam beton;
- g) Meningkatkan kepadatan (*density*) beton;
- h) Meningkatkan ketahanan terhadap *abrasi* dan korosi;
- i) Menyebabkan temperatur beton menjadi lebih rendah sehingga mencegah terjadinya retak pada beton.

#### b. Bahan Tambah Kimia (*Superplasticizer*)

Untuk meningkatkan kemudahan pelaksanaan pekerjaan pengecoran (*workability*) beton dengan menggunakan air yang seminimum mungkin, digunakan bahan kimia tambah (*chemical admixture*) seperti *superplasticizer* sehingga dapat dihasilkan beton segar (*flowing concrete*). Beton berkekuatan tinggi dapat dihasilkan dengan pengurangan kadar air, akibat pengurangan kadar air akan membuat campuran lebih padat sehingga pemakaian *superplasticizer* sangat diperlukan untuk mempertahankan nilai *slump* yang tinggi.

Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain:

1. Menjaga kandungan air dan semen tetap konstan sehingga didapatkan campuran dengan *workability* tinggi.
2. Mengurangi jumlah air dan menjaga kandungan semen dengan kemampuan kerjanya tetap sama serta menghasilkan faktor air semen yang lebih rendah dengan kekuatan yang lebih besar.
3. Mengurangi kandungan air dan semen dengan faktor air semen yang konstan tetapi meningkatkan kemampuan kerjanya sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan yang sama tetapi menggunakan semen lebih sedikit.
4. Tidak ada udara yang masuk. Penambahan 1% udara kedalam beton dapat menyebabkan pengurangan *strength* rata-rata 6%. Untuk memperoleh kekuatan yang tinggi, diharapkan dapat menjaga "air content" di dalam beton serendah mungkin. Penggunaan *superplasticizer* menyebabkan sedikit bahkan tidak ada udara masuk kedalam beton.
5. Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

### **Fly Ash**

*Fly Ash* Batubara ini mempunyai kandungan kimia dengan komposisi yang berbeda pada setiap jenisnya, namun secara garis besarnya kandungan kimia dalam *Fly Ash* Batubara adalah: Kalsium Oksida (CaO) 3,54%: Silika (SiO<sub>2</sub>) 56,42%: Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 27,32%: Ferioksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 5,39%: Magnesium Oksida (MgO) 1,36%: Natrium Oksida (Na<sub>2</sub>O) 0,13%: Sulfur (SO<sub>3</sub>) 3,16%.

(PT. Superintending Company Of Indonesia (SUCOFINDO)2002)

Menurut Penelitian Ferly Septiawan dan Zuldin Manawar Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Palembang dengan judul penelitian *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Penggunaan Beton Mutu Tinggi*. Tahun 2004

Dengan hasil penelitian :

- Dengan adanya penambahan *Fly Ash* sebesar 15% dari berat semen
- Dengan adanya penambahan *Fly Ash* kenaikan optimal terjadi pada penambahan *Fly Ash* 15% yang kenaikannya mencapai 12,6%.

Menurut Penelitian Mahasiswa Universitas Tridinanti Palembang dengan judul penelitian *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Batu Bata*. Dengan presentase campuran sebesar 0,5% dan 1,0% dari berat batu bata normal yang belum dibakar.

Dengan hasil penelitian:

- Persentase bahan campuran *fly ash* 1,0% mengalami peningkatan peningkatan kuat tekan yang cukup

besar dari nilai kuat tekan batu bata standar.

- untuk persentase campuran 0,5% sebagian mengalami peningkatan dan penurunan, hal ini disebabkan kecilnya persentase campuran. (Erwin Ramuska Universitas Tridinanti Palembang 2000).

Menurut penelitian Zulkarnain Universitas Muhammadiyah Palembang pada tahun 2006 dengan judul penelitian *Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan beton K-600*.

Dengan hasil penelitian:

- a. - Peningkatan kuat tekan beton yang optimum terjadi pada persentase 10% *fly ash* dan 10% *sika fume* yaitu 744.121 kg/cm<sup>2</sup> mengalami kenaikan sebesar 17,98% dari beton normal dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 610.377 kg/cm<sup>2</sup>. *Silica Fume*

#### 2.4. *Silica fume*

Menurut standar “*Specification for silica fume for use in hydraulic-cement concrete and mortar*” (ASTM.C.1240,1995:637-642) *Silica Fume* adalah material *pozzolan* yang halus, dimana komposisi *silica* lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi *silicon* atau *alloy* besi *silicon* (dikenal sebagai gabungan antara *microsilika* dengan *fume*). Penggunaan *silica fume* berkisar antara 0% - 30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan dan keawetan beton dengan faktor semen

sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa bahan *superplastisizer* nilai slump 50 mm (Setiati Retno,2010).

### Metode Penelitian

#### Perencanaan Campuran Beton

Jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 100 sampel, yang akan diuji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari. Perencanaan campuran beton (*mix design*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Beton Normal
2. Beton dengan menggunakan *fly ash* 7,5 % + *silica fume* 12.5%
3. Beton dengan menggunakan *fly ash* 10 % + *silica fume* 12.5%
4. Beton dengan menggunakan *fly ash* 12,5 % + *silica fume* 12.5%
5. Beton dengan menggunakan *fly ash* 15 % + *silica fume* 12.5%

Setelah benda uji selesai dibuat dan dilakukan pengujian pada umur beton yang telah direncanakan, akan diperoleh nilai kuat tekan masing – masing.

### Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pengujian Kuat tekan beton

Setelah dilakukan pengujian kuat tekan beton dalam hasil KN, apabila akan dikonfersikan kedalam kg maka harus dikalikan 102 (Kg), dan dibagi 225 untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton (Kg/Cm<sup>2</sup>). Maka dengan perbandingan yang dimiliki setiap benda uji baik dari

segi berat maupun kuat tekan berdasarkan varian beton normal dan beton dengan penambahan *fly ash* dan *silica fume* pada

umur 3, 7, 14 dan 28 hari maka di dapat hasil sebagai berikut :

**Tabel 1. Hasil uji kuat tekan karakteristik (Kg/Cm<sup>2</sup>)**

| Variasi Campuran                                          | Kuat Tekan beton (Kg/cm <sup>2</sup> ) |        |        |        |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------|--------|--------|
|                                                           | Umur (hari)                            |        |        |        |
|                                                           | 3                                      | 7      | 14     | 28     |
| Beton Normal                                              | 153,48                                 | 227,56 | 283,44 | 302,44 |
| Beton <i>Fly ash</i> 7,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 207,98                                 | 225,51 | 304,50 | 334,47 |
| Beton <i>Fly ash</i> 10 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 198,71                                 | 205,21 | 287,82 | 323,10 |
| Beton <i>Fly ash</i> 12,5 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5% | 191,05                                 | 201,30 | 280,61 | 312,47 |
| Beton <i>Fly ash</i> 15 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 187,43                                 | 197,33 | 257,25 | 297,46 |

Sumber: Hasil penelitian

#### Pembahasan

Dari hasil penelitian kuat tekan beton normal dan beton dengan *fly ash* dengan persentase *fly ash* 7,5%, 10%, 12.5% dan 15% , maka diperoleh persentase

peningkatan kuat tekan beton dengan *fly ash* terhadap beton normal.

1. Peningkatan kuat tekan beton umur 3 hari.

**Tabel 2. Hasil persentase kekuatan beton umur 3 hari**

| Variasi Campuran                                         | Kuat Tekan beton (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Peningkatan kekuatan (%) |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| Beton <i>Fly ash</i> 7,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 212,78                                 | 35,51                    |
| Beton <i>Fly ash</i> 10 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 202,61                                 | 29,47                    |
| Beton <i>Fly ash</i> 12,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5% | 186,05                                 | 24,48                    |
| Beton <i>Fly ash</i> 15%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 194,43                                 | 22,12                    |

Sumber: Hasil penelitian

Tabel 2 menunjukkan nilai kuat tekan karakteristik untuk beton normal dan beton dengan *fly ash* mengalami peningkatan kekuatan karakteristik

terhadap beton normal untuk umur 3 hari. Persentase kenaikan kekuatan beton karakteristik terbesar terjadi pada

penggunaan *fly ash* sebesar 7,5%, yaitu sebesar 35,51% terhadap beton normal.

Dari Tabel 2 bisa disimpulkan bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* dan *silica fume* tidak memberikan dampak/pengaruh terhadap peningkatan kekuatan beton.

## 2. Peningkatan kuat tekan beton umur 7 hari.

Dari pengolahan data kuat tekan beton normal dan *beton dengan penggunaan fly ash dan silica fume*

*didapat* persentase perbandingan kuat tekan beton dengan *fly ash* terhadap beton normal pada umur 7 hari pada tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan nilai kuat tekan karakteristik untuk beton normal dan *beton dengan fly ash* mengalami penurunan kekuatan karakteristik terhadap beton normal untuk umur 7 hari. Persentase penurunan kekuatan beton karakteristik terkecil terjadi pada penggunaan *fly ash* sebesar 7,5%, yaitu sebesar 0,9% terhadap beton normal.

**Tabel 3. Hasil persentase kekuatan beton umur 7 hari**

| Variasi Campuran                                         | Kuat Tekan beton<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Peningkatan kekuatan<br>(%) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Beton <i>Fly ash</i> 7,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 225,51                                    | -0,90                       |
| Beton <i>Fly ash</i> 10 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 205,21                                    | -9,82                       |
| Beton <i>Fly ash</i> 12,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5% | 201,3                                     | -11,54                      |
| Beton <i>Fly ash</i> 15%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 197,33                                    | -13,28                      |

Sumber: Hasil penelitian

## 3. Peningkatan kuat tekan beton umur 14 hari.

Dari pengolahan data kuat tekan beton normal dan *beton dengan penggunaan fly ash dan silica fume* *didapat* persentase perbandingan kuat tekan beton dengan *fly ash* terhadap beton normal pada umur 14 hari pada tabel 4.

Tabel 4. menunjukkan nilai kuat tekan karakteristik untuk beton normal dan *beton dengan fly ash* mengalami peningkatan kekuatan karakteristik terhadap beton normal untuk umur 14 hari. Persentase peningkatan kekuatan beton karakteristik terbesar terjadi pada penggunaan *fly ash* sebesar 7,5%, yaitu sebesar 7,43% terhadap beton normal.

**Tabel 4. Hasil persentase kekuatan beton umur 14 hari**

| Variasi Campuran                                         | Kuat Tekan beton<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Peningkatan kekuatan<br>(%) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Beton <i>Fly ash</i> 7,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 304,5                                     | 7,43                        |
| Beton <i>Fly ash</i> 10 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 287,82                                    | 1,55                        |
| Beton <i>Fly ash</i> 12,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5% | 280,61                                    | -1,00                       |
| Beton <i>Fly ash</i> 15%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 257,25                                    | -9,24                       |

4. Peningkatan kuat tekan beton umur 28 hari.

Dari pengolahan data kuat tekan beton normal dan beton dengan penggunaan *fly ash* dan *silica fume* didapat persentase perbandingan kuat tekan beton dengan *fly ash* terhadap beton normal pada umur 28 hari pada tabel 4.11.

Tabel 5. menunjukkan nilai kuat tekan karakteristik untuk beton normal dan beton dengan *fly ash* mengalami peningkatan kekuatan karakteristik terhadap beton normal untuk umur 28 hari. Persentase peningkatan kekuatan beton karakteristik terbesar terjadi pada penggunaan *fly ash* sebesar 7,5%, yaitu sebesar 10,59 % terhadap beton normal.

**Tabel 5. Hasil persentase kekuatan beton umur 28 hari**

| Variasi Campuran                                         | Kuat Tekan beton<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Peningkatan kekuatan<br>(%) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Beton <i>Fly ash</i> 7,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 334,47                                    | 10,59                       |
| Beton <i>Fly ash</i> 10 %<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%  | 323,1                                     | 6,83                        |
| Beton <i>Fly ash</i> 12,5%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5% | 312,47                                    | 3,32                        |
| Beton <i>Fly ash</i> 15%<br>+ <i>silica fume</i> 12,5%   | 297,46                                    | -1,65                       |

Sumber: Hasil penelitian

Dari Hasil analisa dan pembahasan terhadap penelitian maka bisa diambil kesimpulan bahwa penggunaan *fly ash* dan *Silica Fume* sebagai bahan tambah

memberikan pengaruh yang kurang baik bagi beton. Hal ini dapat terlihat bahwa diawal umur beton, terjadi penurunan kekuatannya dari beton normal. Pengaruh

penggunaan fly ash dan silica fume baru terlihat pada umur beton 28 hari. Pada pengujian beton umur 28 hari terjadi peningkatan kekuatan beton. Peningkatan kekuatan beton tertinggi terjadi pada penggunaan *fly ash* 7,5%. Penurunan kekuatan beton terjadi pada penggunaan *fly ash* sebesar 15%. Dari pengujian di laboratorium maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *fly ash* sebesar 7,5% dari berat semen memberikan peningkatan kekuatan beton hanya pada umur 28 hari, sedangkan untuk umur awal beton (3, 7 hari) *fly ash* tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

## SIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan yang sudah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan fly ash dan silica fume pada awal umur beton tidak memberikan pengaruh peningkatan kekuatan beton.
2. Pengaruh penggunaan fly ash dan silica fume baru terlihat pada umur 28 hari .

3. Persentase penggunaan fly ash yang optimum terjadi pada penggunaan fly ash sebesar 7,5%.
4. Semakin besar persentase fly ash yang digunakan, semakin menurunkan kuat tekan beton.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM.C.1240,1995:637-642

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Andi Offset.

Ramuska Erwin. 2000. *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Batu Bata* . Universitas Tridinanti Palembang

Septiawan F dan Manawar Z. 2004. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Penggunaan Beton Mutu Tinggi*.

Setiati, Retno. 2010. *Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton*. Penerbit Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan. Bandung.

Sugiharto, Handoko. 2006. *Peningkatan Kekuatan Awal Beton Pada Self Compacting Concrete*. Universitas Kristen Petra.

Zulkarnaen, 2006. *Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan beton K-600..* Universitas Muhamadiyah Palembang