

Pengaruh Abu Terbang terhadap Karakteristik Mekanik Beton Mutu Tinggi

Alex Kurniawandy, Zulfikar Djauhari, Elpin Tua Napitu

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

Abstract

The high strength concrete has known and use in many construction in Indonesia. This is proven with many construction such as high rise building and long span bridge that use it. Right now many research about high strength concrete combine with fly ash. PT. RAPP as one of pulp and paper industries in Riau province use coal as energy resources. The waste material from burning process produce fly ash that can be used. In this research, fine and coarse aggregate was take local source that easy find in Pekanbaru market. The basis material for the establishment of concrete mixed with fly ash with various compositions and also assisted with the superplasticizer to increase workability. Variation content of fly ash used 0%, 15%, 20%, 25%, and 30% by weight of cement. The type of specimens was a cylinder with size 150 mm x 300 mm. The compressive strength is 40 MPa were tested at 28 days with a curing process. The test results showed that the highest compressive strength contained in concrete mixtures with fly ash usage 20% at 41.03 MPa. The highest value of splitting tensile strength is 3.18 MPa with 20% fly ash content. Value modulus of Elasticity was 4.27×10^4 MPa. The results of this study indicate the use of fly ash in concrete mixtures optimal in 20%. These were indicated with increase compressive strength, tensile strength, and modulus of elasticity, while the use of fly ash above 20% would be decline.

Key words: Compressive strength, Fly ash, High strength concrete, Modulus Elasticity Splitting tensile strength

1. Pendahuluan

Beton mutu tinggi telah dikenal dan digunakan dalam dunia konstruksi di Indonesia sejak lama. Hal ini terbukti dengan didirikannya konstruksi bangunan bertingkat tinggi dan jembatan bentang panjang dengan menggunakan beton mutu tinggi.

Secara umum, beton mutu tinggi dibentuk dari *binder material* (berupa material yang mempunyai sifat mengikat). Kualitas beton tergantung pada bahan-bahan penyusunnya dan kualitas campurannya. Peningkatan kualitas campuran beton akan menghasilkan beton mutu tinggi. Kualitas yang baik pada campuran beton dengan bahan tambah (*admixture*), bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton dalam keadaan segar maupun setelah keras. Salah satu bahan tambahan yang penting adalah abu terbang (*fly ash*).

Saat ini di Provinsi Riau abu terbang adalah produk sampingan dari industri pengolahan kertas PT. RAPP yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar untuk pembangkit tenaga listrik, berupa butiran halus ringan,

bundar, serta bersifat pozzolanik. Penambahan abu terbang (*fly ash*) pada campuran beton bersifat *pozzolan*, sehingga bisa menjadi bahan tambah mineral yang baik untuk beton. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung silika dan aluminium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat *cementitious* (bersifat mengikat).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku komposisi campuran yang menggunakan bahan tambah abu terbang agar diperoleh suatu informasi tentang kualitas campuran yang optimum serta dapat diketahui karakteristik mekanik beton bila menggunakan fly ash yang berasal dari PT. RAPP tersebut. Karakteristik mekanik beton yang dimaksud adalah modulus elastis, susut, kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu tinggi yang dihasilkan dari variasi campuran fly ash berdasarkan berat total semen.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku variasi komposisi campuran yang menggunakan bahan tambah abu terbang (0%, 15%, 20%, 25%, 30%),

terhadap karakteristik mekanik beton yang bermutu tinggi dengan menggunakan fly ash yang berasal dari PT. RAPP.

Tujuan penelitian adalah melakukan kajian dengan variasi komposisi campuran abu terbang terhadap karakteristik mekanik beton mutu tinggi dengan parameter tinjauan adalah modulus elastis, nilai susut, kuat tekan dan kuat tarik belah. Melakukan kajian visualisasi antara beton yang mengandung fly ash dan beton normal dengan menggunakan Scanning Electronic Microscope (SEM).

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam melaksanakan pembuatan beton mutu tinggi dengan menggunakan material lokal yang terdapat di pasaran Pekanbaru dengan menggunakan Abu terbang yang berasal dari PT. RAPP.

Adapun batasan masalah yang dibatasi pada penelitian ini adalah:

1. Agregat halus yang digunakan berasal dari Danau Binguang Kabupaten Kampar Propinsi Riau
2. Agregat kasar batu pecah yang digunakan berasal dari Merak yang dipasarkan di Rumbai, Pekanbaru
3. Bahan tambah yang digunakan adalah abu terbang yang diperoleh dari PT. RAPP Kerinci, Kabupaten Pelalawan.
4. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I yakni semen Padang.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan adalah agregat halus yang berasal dari Danau Binguang Kabupaten Kampar dan agregat kasar berasal dari Merak yang dipasarkan di Rumbai. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I yaitu Semen Padang dan air yang digunakan adalah air setempat. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pada semen tidak dilakukan pengujian karena semen yang digunakan telah memenuhi standar uji sesuai dengan standard ASTM C-150 untuk semen Portland biasa (*Ordinary Portland Cement*).

Peralatan yang digunakan adalah peralatan untuk uji sifat – sifat fisik agregat kasar dan agregat halus serta mesin uji tekan. Cetakan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pembuatan benda uji beton pada penelitian ini direncanakan sebanyak 40 benda uji untuk semua jenis pengujian. Pembuatan benda uji ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik UNRI. Selanjutnya banyaknya benda uji dapat dilihat pada tabel berikut. Pada Tabel 1 dibawah ini dapat dilihat rincian jumlah sample yang dibuat, dimana 15 benda uji untuk ujia kuat tekan pada umur 28 hari kemudian 10 benda uji untuk dilakukan uji tarik, 10 benda uji untuk uji Modulus Elastisitas serta 5 benda uji untuk uji nilai susut.

Tabel 2. Rincian benda uji

Variasi (%)	Jenis Pengujian Bahan			
	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	Modulus Elastis	Susut
0	3	2	2	1
15	3	2	2	1
20	3	2	2	1
25	3	2	2	1
30	3	2	2	1
Jumlah	15	10	10	5
Total	40 Sampel			

	Umur 28 hari			Umur 30 hari
	0	3	2	2
15	3	2	2	1
20	3	2	2	1
25	3	2	2	1
30	3	2	2	1
Jumlah	15	10	10	5
Total	40 Sampel			

(Sumber: Penelitian)

Penelitian ini berbentuk faktorial 4x4 dalam rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah berbagai varietas kedelai terdiri dari 4 taraf yaitu: varietas Wilis, Orba, Kipas Putih, dan Anjasmoro. Faktor kedua adalah berbagai dosis pupuk NPK Organik terdiri dari 4 taraf, yaitu: tanpa pemberian NPK organik, 0 kg, 250 kg, 500 kg, dan 750 kg per ha). Hasil pengamatan dianalisis ragam (Uji F) dan uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan uji laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Seluruh tahap pekerjaan yang direncanakan pada penelitian ini telah dilaksanakan sesuai dengan prosedur, dimulai dari tahap persiapan bahan dan material, tahap pemeriksaan/pengujian karakteristik material/bahan beton, perhitungan campuran beton, pembuatan benda uji, sampai dengan pengujian sifat-sifat mekanik beton serta analisa terhadap *Scanning Electronic Microscope* (SEM) pada campuran beton.

Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya di analisis untuk mengetahui pengaruh bahan tambah dengan menggunakan abu terbang (*fly ash*) tipe F yang diperoleh dari PT. RAPP Kerinci, Kabupaten Pelalawan dan bahan tambah *Superplasticizer* (Sika NN) terhadap sifat-sifat mekanik beton yang bermutu tinggi.

3.1. Nilai Slump (Workability)

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump*, yang identik dengan tingkat keplastisan dari campuran beton segar. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya.

Hasil pengerjaan sampel beton yang dilakukan dengan menggunakan faktor air semen (fas) yang tetap sesuai dengan *mix design*, diperoleh nilai slump yang beragam dengan interval antara 40-50 mm. Nilai slump yang beragam dari setiap variasi beton disebabkan oleh perbedaan kandungan abu terbang. Hasil pengujian nilai slump pada dapat dilihat pada tabel 3 menunjukkan bahwa nilai slump menurun seiring bertambahnya persentase abu terbang dalam campuran beton.

Tabel 3. Nilai Slump Pada Tiap Variasi

No	Variasi	Slump (mm)		
		Uji 1	Uji 2	Rerata
1	0%	50	50	50.0

2	15%	45	50	47.5
3	20%	40	50	45.0
4	25%	40	45	42.5
5	30%	40	40	40.0

(Sumber: Penelitian)

3.2. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton dengan adanya perbedaan variasi penggunaan abu terbang sebagai bahan tambah dari berat semen. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji umur 28. Pada tabel 4 dibawah ini dapat dilihat hasil penguujian kuat tekan dengan variasi kandungan abu terbang yang di gunakan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

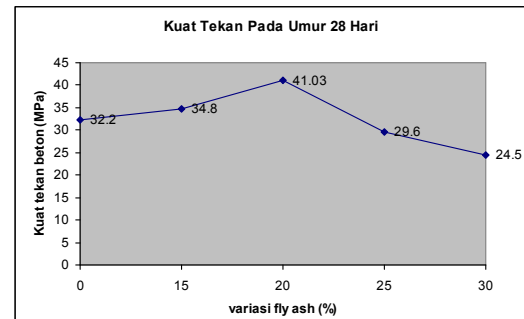
Variasi Fly Ash	Luas Tampang (mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
0%	17671,45	32.20
15%	17671,45	34.80
20%	17671,45	41.03
25%	17671,45	29.60
30%	17671,45	24.50

(Sumber: Penelitian)

Dari tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada komposisi campuran dengan variasi *fly ash* 20% yaitu sebesar 41.03 MPa, kuat tekan beton menurun pada komposisi campuran *fly ash* dengan variasi 25% , 30% yaitu sebesar 29.6 MPa dan 24.5 MPa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan kuat tekan optimal yang didapat adalah pada komposisi campuran dengan variasi *fly ash* sebesar 20% jika dibandingkan dengan komposisi campuran variasi *fly ash* lainnya.

Pengaruh *fly ash* sebagai bahan tambah pada campuran beton mengakibatkan terjadinya reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam *fly ash*. Selain itu, butiran *fly ash* yang jauh lebih kecil membuat beton lebih padat karena rongga antara butiran agregat diisi oleh *fly ash* sehingga dapat memperkecil pori-pori yang ada dan memanfaatkan sifat *pozzolan* dari *fly ash* untuk memperbaiki mutu beton. Penggunaan *fly ash* memperlihatkan dua pengaruh dalam campuran beton yaitu sebagai agregat halus dan sebagai *pozzolan*.

Pada grafik 1 dibawah ini dapat kita lihat hubungan kuat tekan beton dengan peresentase pemakaian *fly ash*. Dari graik 1 ini dapat dilihat bahwa optimum pemakaian *fly ash* terjadi pada penggunaan *fly ash* sebanyak 20%.



Gambar 1. Hubungan kuat tekan beton dengan persentase pemakaian *fly ash* terhadap berat semen

3.3. Modulus Elastisitas Beton

Nilai modulus elastisitas beton dihitung berdasarkan ASTM C 469 menggunakan kurva hubungan tegangan-regangan. Pada tabel 5 di bawah ini dapat terlihat nilai modulus elastis yang berbeda-beda menurut variasi dari campuran beton tersebut. Pada penelitian ini nilai kuat tekan beton maksimum umur 28 hari terdapat pada komposisi campuran dengan variasi *fly ash* 20% yaitu sebesar 41.31 MPa dengan nilai modulus elastisitas maksimum yaitu sebesar 4.2747×10^4 MPa

Tabel 5. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

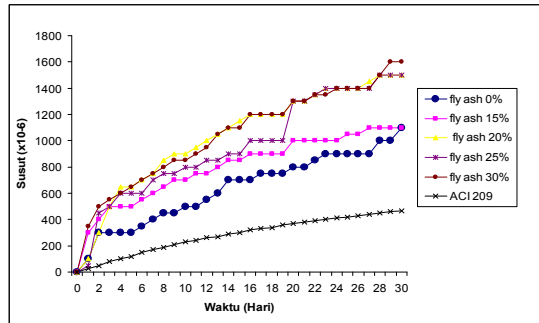
Variasi fly ash	σ_{maks} (MPa)	S1 (MPa)	S2 (MPa)	ϵ_2 (mm/mm)	E (Mpa)
0%	35.08	1.31	14.03	0.00054	25912.15
15%	33.95	1.12	13.58	0.00051	27495.09
20%	41.31	1.31	16.52	0.00041	42747.02
25%	31.12	1.09	12.45	0.00045	28355.79
30%	24.33	1.31	9.73	0.00029	34276.01

(Sumber: Hasil Penelitian)

3.4. Susut Beton

Agregat beton, khususnya agregat kasar menahan susut pasta semen. Pasta semen lebih mempengaruhi susut kering mortar dibandingkan beton. Agregat kasar yang keras dan kaku lebih sulit menyusut dibandingkan agregat yang lunak. Faktor yang mempengaruhi susut kering adalah jumlah air per satuan volume beton. Susut kering dapat diminimalkan dengan cara mengatur jumlah air sedemikian rupa sehingga kandungannya minimal. Sebagai cara untuk mencapai hal tersebut yakni antara lain: memperbesar kandungan agregat kasar (karena akan meminimalkan pasta semen), meminimalkan nilai slump, atau menggunakan metode pengecoran yang tidak membutuhkan banyak air.

Gambar 2. dibawah ini menyajikan pengaruh penggunaan *fly ash* pada campuran beton terhadap nilai susut kering yang terjadi selama 30 hari. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa beton yang menggunakan *fly ash* memiliki nilai susut kering yang lebih besar dibandingkan dengan beton normal.

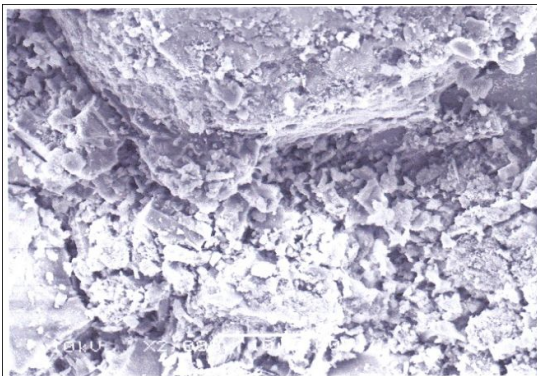


Gambar 2. Perbandingan pengaruh persentase kandungan fly ash pada campuran beton

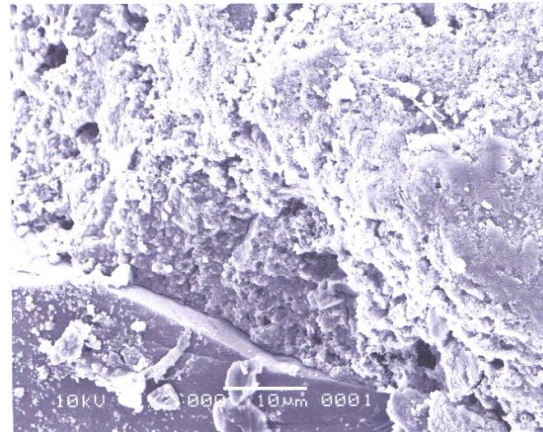
Perbandingan nilai susut kering beton pada umur 30 hari antara beton dengan variasi *fly ash* (15%, 20%, 25%, 30%) dan beton normal sangat besar, hasil ini tidak sesuai dengan fungsi pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan tambah pada campuran. Pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan tambah dalam campuran beton dapat mengurangi susut (*shrinkage*). Perbandingan nilai susut yang sangat besar ini diakibatkan waktu pengamatan yang dilakukan cukup singkat (30 hari), karena dalam kurun waktu tersebut beton yang diberi bahan tambah *fly ash* masih mengalami peningkatan nilai susut yang tidak stabil.

3.5. Scanning Electronic Microscope (SEM)

Pengujian *Scanning Electronic Microscope (SEM)* dilakukan untuk mengetahui visualisasi yang terjadi antara material pembentuk beton. Pada Gambar 3 dibawah ini merupakan gambar hasil SEM yang menunjukkan ikatan antara fly ash dengan pasta semen.



Gambar 3.a. Hasil *Scanning Electronic Microscope* ikatan antara *fly ash* dengan pasta semen. (Hasil pengujian)



Gambar 3.b. Hasil *Scanning Electronic Microscope* ikatan antara *fly ash* dengan agregat. (Hasil pengujian)

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap perilaku beton mutu tinggi dengan bahan tambah *fly ash*, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan maksimal didapat pada komposisi campuran pada variasi *fly ash* dengan persentase 20% dari berat semen yaitu sebesar 41,03 Mpa, sedangkan pemakaian *fly ash* sebesar 15%, 25% dan 30% akan menyebabkan penurunan kuat tekan.
2. Hasil pengujian Modulus Elastisitas beton menunjukkan bahwa pada komposisi pemakaian 20% *fly ash* didapat nilai MOE sebesar $4,2747 \times 10^4$ MPa.
3. Peningkatan kuat tarik beton berbanding lurus dengan kuat tekan, sehingga kuat tarik maksimum juga terjadi pada kandungan *fly ash* 20 %.
4. Hasil pengujian nilai susut pada penelitian ini memperlihatkan nilai susut yang lebih besar bila dibandingkan dengan beton normal dalam jangka waktu pengamatan 30 hari.
5. Hasil pengujian SEM memperlihatkan bahwa rongga pada benda uji dengan menggunakan campuran *fly ash* lebih kecil dibandingkan dengan beton biasa tanpa *fly ash*.

Saran – saran tentang penelitian ini dapat diperhatikan dalam menganalisa adalah sebagai berikut:

1. Slump rencana dalam disain campuran beton dapat diperkecil lagi.
2. Jangka waktu pengamatan dalam pengujian nilai susut diperpanjang lagi, supaya mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

Dalam menganalisa visual dengan menggunakan SEM dapat dilakukan kajian lebih dalam lagi mengenai reaksi kimia dan spektrum reaksi kimia yang didapat dari hasil SEM.

Daftar Pustaka

- American Concrete Institute (ACI) 211.4R-93. 1998. Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash. Journal ACI Committee 211.
- American Concrete Institute (ACI) 209R-92. 1997. Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures. Journal ACI Committee 209.
- Hernando, Fandhi. 2009. Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly Ash. Skripsi Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mazloom, M. dan Brooks. J.J. 2004. Effect Of Silica Fume On Mechanical Properties Of High-Strength Concrete. Journal of Cement & Concrete Composites 26 : 347–357.
- Mulyono, T. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Murdock, L. J., dan Brook, K. M. 1991, Bahan Dan Praktek Beton. Erlangga, Jakarta.
- Neville, A.M &, Brooks, J.J. 1991. Concrete Technology. New York : Longman.
- Nugraha, P., Antoni. 2007. Teknologi Beton. Surabaya. C.V Andi Offset.
- Samekto, W. dan Rahmadiyanto, C. 2001. Teknologi Beton, Kanisius, Yogyakarta.
- Subakti, A. 1994. Teknologi Beton Dalam Praktek, Laboratorium Jurusan Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- Tjokrodinuljo, K. 1995. Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.