

Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash sebagai Pengganti Sebagian Semen

Fauna Adibroto, Etri Suhelmidawati, Azri Azhar Musaddiq Zade

Polytechnic State of Padang, West Sumatera

Email: etri.sarins@gmail.com

Abstract-Various research in concrete sector has been done as an effort to increase quality of concrete, materials and method, materials technology and implementation techniques obtained from the results of the experiments and experiments are intended to answer the increasing demands on the use of concrete and overcome the constraints that often occur in the implementation of work in the field. One way to increase the strength of concrete is to use a cement replacement that is fly ash. The purpose of this research is to know the influence of partial cement replacement effect with fly ash to the concrete compressive strength, in order to be applied for rigid pavement in road design. The variations of composition in the addition of fly ash is 0%, 10%, 12.5%, 15%, 20% and 25% of the weight of cement. Concrete compressive strength is 40 MPa and tested at 7 days and 28 days. This research tested concrete with cylinder test object (diameter 150 mm and height 300 mm) with 30 sample and consist of 6 variation. From this research, optimum compressive strength at 10% variation is 30,770 MPa. The lowest compressive strength is in the 25% variation with 20,046 MPa. The highest compressive strength obtained from the research is 30.770 Mpa.

Keywords: *Concrete, fly ash, compressive strength*

Abstrak-Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan menggunakan pengganti semen yaitu abu terbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu terbang terhadap mutu kuat tekan beton, sehingga bias digunakan untuk perencanaan perkerasan kaku pada jalan raya. Komposisi variasi penambahan abu terbang sebanyak 0%, 10%, 12,5%, 15%, 20% dan 25% dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan 40 MPa yang diuji pada umur 7 hari dan 28 hari. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji selinder (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) sebanyak 30 sampel dan terdiri dari 6 variasi. Dari penelitian ini didapatkan kuat tekan optimum pada variasi 10% yaitu sebesar 30,770 MPa. Kuat tekan yang terendah terdapat pada variasi 25% yaitu sebesar 20,046 MPa. Kuat tekan tertinggi yang didapat dari penelitian yaitu 30,770 Mpa.

Kata kunci: *Beton, fly ash, kuat tekan*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan merupakan upaya yang dilakukan secara terus-menerus yang diarahkan pada peningkatan taraf hidup masyarakat dan kesejahteraan secara umum. Dalam pelaksanaannya, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu adanya pengembangan kreatifitas setiap orang sebagai modal agar pembangunan dapat dilaksanakan secara lebih baik. Seiring dengan hal tersebut, peningkatan mutu, efisiensi, dan produktivitas dari setiap kegiatan pembangunan terutama yang terkait dengan sektor fisik mutlak harus dilakukan, seperti halnya sektor bangunan yang saat ini terus mengalami peningkatan.

Dalam dunia konstruksi bangunan, penelitian untuk mendapatkan produk konstruksi yang lebih baik terus dilakukan. Beton yang merupakan salah satu material penting dari sebuah bangunan. Pada dasarnya beton terbentuk dari dua bagian utama yaitu pasta semen dan agregat. Pasta semen terdiri dari semen Portland, air dan bahan campur tambahan (admixture). Sedangkan agregat terdiri dari agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain kuat tekan beton mutu tinggi.

Beton merupakan material yang kuat dalam kondisi tekan dan lemah dalam kondisi tarik, merupakan elemen struktur yang paling banyak digunakan dalam bangunan karena bahannya yang mudah didapat, mudah dibuat dan harganya murah. Kualitas beton tergantung pada bahan-bahan penyusunnya, namun untuk membuat beton mutu tinggi yang

sesuai dengan yang diinginkan tidak serta merta diperoleh dengan hanya mencampurkan semen portland atau jenis semen yang lain, agregat kasar, agregat halus, dan air.

Peningkatan kualitas campuran beton akan menghasilkan beton mutu tinggi. Pemakaian beton mutu tinggi dan berkinerja tinggi merupakan material bangunan yang sudah banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan bertingkat tinggi. Kualitas yang baik pada campuran beton dengan bahan tambah (admixture), bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton yang baik dalam keadaan segar maupun setelah keras, seperti bahan tambah abu terbang (*fly ash*).

Abu terbang atau fly ash adalah produk sampingan dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar, berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous serta bersifat pozzolanik. Penambahan abu terbang (*fly ash*) pada campuran beton bersifat *pozzolan*, sehingga bisa menjadi additive mineral yang baik untuk beton. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung silika atau silika dan alumunium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat *cementitious*.

Penelitian ini mencoba memanfaatkan kondisi alam Indonesia maupun pemanfaatan bahan-bahan lokal yang memungkinkan dilaksanakannya pembuatan beton bermutu tinggi. Usaha penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton, dengan menggunakan semen yang seefisien mungkin yaitu dengan

menggantikan sebagian semen dengan abu terbang (*fly ash*) sehingga pemakaian abu terbang (*fly ash*) diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi.

2. KAJIAN TEORI

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan pencampuran secara normal, penempatan dan cara perawatannya (*American Concrete Institute No.211.4R-93*).

Sesuai dengan perkembangan teknologi beton yang demikian pesat, ternyata kriteria beton mutu tinggi juga selalu berubah sesuai dengan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970an, kriterianya lebih lazim menjadi 40 MPa. Saat ini, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 MPa, dan 80 MPa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan 120 MPa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi (Budi2008, Ervianto 2016, Gunaedi 2013, Lincolen 2017, Mardiono 2010, Suhelmidawati 2003, Umbroh 2014).

3. METODA PENELITIAN

Penelitian Beton Mutu Tinggi (High Strength Concrete) ini dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Padang, yang meliputi pengujian pendahuluan dan pengujian lanjutan. Dalam penelitian ini digunakan bahan material berupa semen Portland tipe I, air, agregat kasar (kerikil), halus (pasir) dan abu terbang (*fly ash*) tipe F.

Rincian bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland tipe I merek PT. Semen Padang
2. Agregat kasar berasal dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang
3. Agregat halus berasal dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang
4. Air diambil dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang
5. Abu terbang (*fly ash*) tipe F berasal dari PLTU Sijantang Kota Sawahlunto

Jumlah sampel dan kadar Fly Ash yang terdapat didalamnya bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji

Jenis Benda Uji	Kadar Fly Ash (%)	Jumlah Benda Uji	
		Umur Rencana	
		7 hari	28 hari
BN	0	3	3
BMT 1	10	3	3
BMT 2	12,5	3	3
BMT 3	15	3	3
BMT 4	20	3	3
BMT 5	25	3	3
Total Benda Uji		18	12
		30	

Pengujian pendahuluan dimaksudkan untuk menguji karakteristik dari material dasar yang digunakan dalam pembuatan beton, apakah

memenuhi persyaratan atau tidak. Kemudian data-data tersebut digunakan dalam perhitungan rencana campuran beton (mix design).

Perencanaan campuran (*mix design*) sesuai dengan standar ACI 211.4R-93 dengan variasi penggantian semen dengan bahan pozzolan (*fly ash*) yang digunakan adalah sebesar 10%, 12,5%, 15%, 20%, dan 25% dari total volume semen.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada beton segar (*fresh concrete*) yaitu pengujian Slump Test. Selain pengujian pada beton segar juga dilakukan pengujian pada beton keras (*hardened concrete*) yaitu pengujian kuat tekan beton dengan sampel 15 x 30 cm pada umur 7 dan 28 hari.

4. ANALISA HASIL UJI LABORATORIUM

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan dengan mesin uji tekan sampai kondisi beton uji rusak. Untuk memperjelas penyajian hasil penelitian, berikut ini akan diuraikan ringkasan hasil pengujian.

Tabel 4.1 Nilai Slump Pada Tiap Variasi

No	Jenis Benda Uji	Kadar Fly Ash (%)	Nilai slump rata-rata	
			7 hari	28 hari
1	BN	0	6,30	6,25
2	BMT 1	10	6,75	-
3	BMT 2	12,5	7,00	-
4	BMT 3	15	5,33	5,50
5	BMT 4	20	5,83	5,33
6	BMT 5	25	7,33	6,00

Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh bahan pengganti

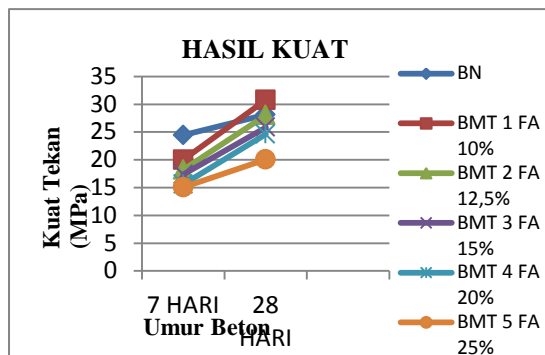
sebagian semen dengan menggunakan *fly ash* yang berasal dari PLTU Sijantang Kota Sawahlunto terhadap kuat tekan beton. Pada Tabel 4.1, terlihat nilai slump yang diperoleh masuk

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Penelitian

Jenis Benda Uji	Kadar Fly Ash (%)	Umur Benda Uji (MPa)		Kuat Tekan rata-rata pada 28 hari (MPa)	
		7 Hari	28 Hari		
BN	0	(1)	21,745	29,426	28,134
		(2)	22,133	25,258	
		(3)	29,385	29,718	
BMT 1	10	(1)	21,324	32,810	30,770
		(2)	21,981	33,820	
		(3)	16,683	25,690	
BMT 2	12,5	(1)	13,351	20,540	28,040
		(2)	19,972	30,730	
		(3)	21,355	32,850	
BMT 3	15	(1)	18,408	25,263	25,839
		(2)	16,712	26,657	
		(3)	16,930	25,596	
BMT 4	20	(1)	15,157	23,951	24,601
		(2)	15,447	24,529	
		(3)	16.204	23,658	
BMT 5	25	(1)	14,291	18,716	20,046
		(2)	15,912	21,241	
		(3)	14,923	21,847	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukansebagaimana di Tabel 4.2 dan Gambar 4.1, nilai kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada sampel BMT 1 yaitu beton yang menggunakan variasi *fly ash* sebesar 10% dengan kuat tekan rata-rata 30,770 MPa, dan kuat tekan rata-rata terendah didapat pada sampel BMT 5 yaitu beton yang menggunakan variasi *fly ash* sebesar 25% dengan kuat tekan rata-rata 20,046 MPa. Berdasarkan data hasil penelitian diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai kuat tekan

beton mengalami peningkatan sampai umur 28 hari dengan kuat tekan tertinggi 30,770 MPa pada variasi *fly ash* 10% kemudian diikuti oleh variasi *fly ash* 12,5%, 15%, 20%, dan 25%.



Gambar 4.1. Grafik Hasil Nilai Kuat Tekan

Dari grafik 4.1 diatas, dapat dilihat bahwa kuat tekan pada sampel beton tanpa *fly ash* (BN) memiliki nilai kuat tekan yang tinggi di awal sedangkan beton yang menggunakan *fly ash* memiliki nilai kuat tekan dibawahnya. Ini membuktikan bahwa sifat dari campuran bahan *fly ash* pada beton yaitu memiliki nilai ikat awal yang rendah. Namun seiring berjalannya waktu kuat tekan beton normal mengalami perlambatan, sebaliknya beton dengan campuran bahan *fly ash* mengalami peningkatan kuat tekan yang cukup tinggi karena aktifitas dari *pozzolannya* yang terus berlanjut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data hasil penelitian diatas dan hasil penelitian-penelitian yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai kuat tekan beton dapat mengalami peningkatan sampai umur 28 hari dengan kuat tekan tertinggi 30,770 MPa pada variasi 10% kemudian diikuti variasi 12,5%, 15%, 20%,

25%. Kuat tekan tertinggi 30,770 MPa dengan variasi *Fly Ash* 10%, melebihi kuat tekan beton normal pada umur 28 hari yaitu 28,134 MPa. Sehingga berdasarkan hasil uji kuat tekan ini, penggunaan variasi *Fly Ash* 10% bias digunakan untuk perencanaan perkerasan jalan kaku, sebagaimana tujuan dari penelitian ini.

Ada beberapa saran yang bisa diambil yaitu dalam pembuatan *High Strength Concrete* diperlukan campuran material yang berkualitas. Ketelitian dalam perencanaan (*mix design*), sumber material, jenis, serta dalam penimbangan material sangat menentukan kualitas dan kekuatan beton. Selain itu perlu adanya penelitian mengenai proses perawatan beton mutu tinggi (*High Strength Concrete*) dengan cara dibakar atau dipanaskan dalam oven, mengingat abu terbang (*fly ash*) memiliki ketahanan terhadap suhu yang ekstrim. Untuk umur perawatan beton, diperlukan pengujian hingga 56 hari perendaman mengingat proses pengikatan abu terbang (*fly ash*) ini tidak sama dengan semen yang hanya memerlukan 28 hari umur perawatan. Perlu adanya zat aditif tambahan seperti *Bestmittel*, *Expanded Polystyrene*, *Super plasticizer* Sika Viscocrete dan bahan tambahan lainnya seperti abu sekam padi atau serat kaca untuk menunjang dan meningkatkan nilai kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute (ACI) No.211.4R-93, *Guide for Selecting Proportions for High Strength Concrete With Portland Cement and Fly Ash*, ACI Committee 211.

Budi, Aswin, *Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Mutu Tinggi dengan Fly Ash sebagai Bahan Pengganti sebagian Semen*

dengan f_c 45 MPa. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia, 2008

Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SNI 03-2834-1993, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta, 2002

Ervianto, Mochammad, Fadillaway dan Hakas Prayuda, *Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan zat aditif (Bestmittel)*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016

Gunaedi dan Rahmat Hidayat, *Pengaruh Fly Ash pada Kuat Tekan Campuran Beton menggunakan Expanded Polystyrene sebagai Substitusi Parsial Pasir*. Jakarta : Universitas Binus, 2013

Lincolen, Kevin, *Pengaruh Abu Terbang sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash*. Bandar Lampung : Universitas Lampung, 2017

Mardiono, *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) dalam Beton Mutu Tinggi*. Jakarta : Universitas Gunadharma Jakarta, 2010

R. E. Davis, R. W. Carlson, J. W. Kelly dan H. E. Davis, *Properties of Cements and Concretes containing Fly Ashes*. American Concrete Institute Journal, 33 : pp. 577-612, 1937

SuhelmidawatiEtri, *Penelitian Beton Mutu Sangat Tinggi (Ultra High Strength Concrete)*. Padang : Universitas Andalas, 2003

Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-6468-2000 Pd T-18-1999-03, *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi Dengan Semen Portland dan Abu Terbang*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 2010.

Umbroh, Alfian Hendri, *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton*. Manado : Universitas Sam Ratulangi, 2014