

Pengaruh Penggunaan Zat Aditif Tipe C pada Kekuatan Tekan Beton

Zamroni^{1*}, Eka Susanti¹, Dita Kamarul Fitriyah¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email: *zamroni.zamroni2000@gmail.com

Abstract

In the construction industry the development and use of mixed cement is increasing. This aims to minimize the use of cement. The use of fly ash as a substitute material to reduce the amount of cement has advantages, including saving costs and reducing negative impacts on the environment. However, based on recent research, it was found that the use of fly ash above 30% will reduce the compressive strength of concrete. The use of additives serves to ease the work or speed up the bonding to concrete with the intention of shortening the construction time in the field. The percentage of use of fly ash is limited to a percentage of 30% - 40% of the weight of cement. Under normal conditions, the compressive strength of concrete will increase as the concrete ages. In general, at the age of 7 days, the compressive strength of concrete will reach 65% and at the age of 14 days it will reach 88% - 90% of the compressive strength of concrete at 28 days. In this study, it was found that the compressive strength for normal concrete and concrete with fly ash has decreased strength against normal concrete for ages 14, 28, 56 days. The highest percentage reduction in strength occurred in the use of fly ash by 40% on the 56th day, which was -7.66% for normal concrete. But it still fulfills the compressive strength of the plan in 28 days of concrete, which is 25.99 MPa.

Keywords: Reinforced Concrete, Fly Ash, Compressive Strength, Additives

Abstrak

Pengembangan dan penggunaan semen campuran semakin meningkat dalam industry konstruksi. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir penggunaan semen. Penggunaan Fly ash yang banyak digunakan pada material pengganti untuk mengurangi jumlah semen, memiliki kelebihan, diantaranya menghemat biaya dan mengurangi efek negatif pada lingkungan hidup. Akan tetapi, berdasarkan penelitian mutakhir, didapatkan bahwa penggunaan fly ash diatas 30% akan menurunkan kuat tekan beton. Penggunaan zat aditif berfungsi untuk kemudahan pengerjaan ataupun mempercepat pengikatan pada beton dengan maksud mempersingkat waktu pelaksanaan konstruksi di lapangan. Prosentase penggunaan fly ash terbatas pada prosentase 30% - 40% dari berat semen. Pada kondisi normal, kuat tekan beton akan meningkat sesuai bertambahnya umur beton. Pada umumnya pada umur 7 hari, kuat tekan beton akan mencapai 65% dan pada umur 14 hari akan mencapai 88% - 90% dari kuat tekan beton umur 28 hari. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa terjadi penurunan kekuatan terhadap beton normal untuk umur 14, 28, 56 hari pada kekuatan tekan untuk beton normal dan beton dengan fly ash. Persentase penurunan kuat beton tertinggi terjadi pada pemakaian fly ash sebesar 40% pada hari ke-56, yaitu sebesar -7,66% terhadap beton normal. Tetapi masih memenuhi kuat tekan rencana diumur beton 28 hari yaitu 25,99 Mpa.

Kata Kunci: Beton Bertulang, Fly Ash, Kuat Tekan, Zat Aditif

1. Pendahuluan

Dalam industri konstruksi pengembangan dan penggunaan semen campuran semakin meningkat. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir penggunaan semen. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengganti untuk meminimalisir penggunaan jumlah semen, memiliki kelebihan, diantaranya menghemat biaya dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Penggunaan *fly ash* juga mengurangi rata-rata ukuran pori pada beton sehingga diperoleh permeabilitas beton yang lebih kecil. Kandungan silika dan alumina *fly ash* mencapai prosentase 80%, hal ini membuat *fly ash* memiliki kemiripan sifat – sifat seperti semen[1].

Hasil penelitian Alfian Hendri Umboh, 2014[2], menunjukkan bahwa penggunaan campuran *fly ash* hingga 30%, masih dapat mencapai kuat tekan beton rencana pada usia beton 28 hari. Dan penggunaan *fly ash* diatas 30%, menurunkan kuat tekan beton.

Dalam kadar tertentu, kelembaban yang cukup dan suhu kamar, kandungan senyawa silika dan alumina pada *fly ash*, akan mengikat senyawa sisa hasil hidrasi semen yang tidak mempunyai kemampuan mengikat, menjadi senyawa baru yang mempunyai sifat *cementitious* (mengikat). Sehingga kuat tekan beton akan makin meningkat setelah usia 28 hari[3]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sebayang 2015 [4], semakin banyak penggunaan *fly ash*, maka kuat tekan beton 28 hari akan semakin banyak mengalami peningkatan di umur 56 hari.

Dalam dunia konstruksi terdapat zat aditif yang berfungsi mempercepat pengikatan sebagai upaya menghasilkan beton dengan kemampuan cepat mengeras dengan tujuan agar kecepatan pelaksanaan konstruksi dapat lebih ditingkatkan. Untuk itu diperlukan penggunaan bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi), dan mempercepat pencapaian kekuatan beton. Zat aditif tersebut adalah zat aditif tipe C (*Accelerator*).

Dari penjelasan diatas, penelitian ini dimaksudkan untuk perbaikan pada hasil penelitian Umboh 2014 [3]. Tujuannya memperbesar prosentase penggunaan *fly ash* dengan tetap mempertahankan tercapainya mutu beton rencana, caranya dengan menambahkan zat aditif tipe C (*Accelerator*) dari berat total bahan pengikat. Prosentase penggunaan *fly ash* terbatas pada prosentase 30% dan 40% dari berat semen.

2. Metode

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang dimaksud yaitu sebagai berikut :

a) Studi Literatur

Studi pustaka dilakukan dengan mendalami materi yang relevan dengan penelitian ini. Kepustakaan ini meliputi berbagai buku teks, peraturan dan standar nasional yang dicantumkan pada daftar pustaka.

b) Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode pembuatan yang akan dilakukan yaitu dengan mengurangi jumlah semen yang dipakai dalam komposisi beton, ditentukan dengan menambahkan persentase *fly ash* dan pengujian menggunakan sejumlah benda uji beton silinder (Ø 15 cm, tinggi 30 cm). Benda uji tersebut dibuat di laboratorium RAJA BETON. Beton dengan mutu $f_c' 25$ menyatakan kekuatan tekan minimum adalah 25 MPa pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan silinder beton diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI 136 [5] Jumlah total benda uji tersebut sebanyak 135 buah (terdapat 4 varian dan tiap varian terdiri dari 15 buah benda uji), dengan perpaduan komposisi menggunakan *fly ash* 0%, 30% dan 40%. Kemudian diuji kuat tekan pada usia 14,28 dan 56 hari untuk mencari varian yang memiliki kuat tekan paling optimum.

c) Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Penelitian dan pengujian bahan secara fisik
- b. Pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari, 28 hari dan 56 hari
- c. Pengaruh penambahan *accelerator* terhadap beton normal dan beton dengan 30% *fly ash*
- d. Berapa standar deviasi yang tercapai pada pencampuran beton normal dengan beton penambahan 30% *fly ash*

d) Persiapan Peralatan dan Bahan

Menyiapkan bahan yaitu pasir agregat halus & kasar, air, semen portland tipe I, serta *fly ash*. Kemudian, berbagai peralatan yang digunakan dalam pengujian bahan dan benda uji.

e) Metodologi Pengujian

Dalam melakukan metodologi pengujian, acuan yang dipakai adalah SNI 2493-2011 [6] adapun beberapa pengujian yaitu sebagai berikut :

- a. Pengujian agregat halus
 - Analisa saringan agregat halus, berdasarkan (ASTM C 136 – 95A)
 - Analisa Berat Jenis agregat halus, berdasarkan (ASTM C 128 – 93)
 - Analisis kadar Air resapan agregat halus, berdasarkan (ASTM C 128 – 93)
 - Analisa kebersihan agregat halus terhadap bahan organik, berdasarkan (ASTM C 40 – 92)
 - Analisa Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur dengan cara (Pencucian), berdasarkan (ASTM C 117 – 95)
 - Analisa Berat Volume Pasir agregat halus, berdasarkan (ASTM C 29 / C 29 M – 91)
- b. Pengujian agregat kasar
 - Analisa saringan agregat Kasar, berdasarkan ASTM C 136 – 95A [7]
 - Analisa Berat Jenis agregat Kasar, berdasarkan (ASTM C 127 – 88 Reapp 93)
 - Analisis kadar Air resapan agregat Kasar, berdasarkan (ASTM C 127 – 88 Reapp 93)
 - Analisa Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur dengan cara (Pencucian), berdasarkan (ASTM C 117 – 95)
 - Analisa Berat Volume Kerikil agregat halus, berdasarkan (ASTM C 29 / C 29 M – 91)



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

f) Prosedur Pembuatan Benda Uji (ASTM C 192-90A)

Sesudah mendapat hasil perhitungan dari perhitungan *mix design*, metode selanjutnya yaitu membuat campuran beton. Setelah semua agregat tercampur rata, lalu mengambil sebagian campuran beton atau pasta beton itu dengan sendok spesi untuk dilakukan tes berat volume beton dan uji *slump*.

Membuat cetakan beton dengan cetakan silinder Ø15 cm dan tinggi 30 cm, sambil dipadatkan dengan menggunakan alat perojok setiap 1/3 bagiannya sampai penuh. Lalu, didiamkan selama 24 jam. Sesudah 24 jam benda uji dikeluarkan dari dalam cetakan, lalu merendam benda uji di bak perendam yang berisi air selama 28 hari.

g) Prosedur Pelaksanaan Beton

Pada penelitian ini perencanaan *mix design* menggunakan metode DOE sesuai aturan SNI 03-2847-2002. Berikut isian *mix design* menggunakan metode DOE dengan komposisi campuran beton mutu $f'c'25$ Mpa.

h) Slump Test

Slump test digunakan untuk menentukan konsistensi/kekuatan dari campuran beton segar untuk menentukan tingkat workability nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Menurut SNI 1972:2008 Cara Uji Slump Beton.

i) Perawatan Benda Uji (Curing)

Setelah pelaksanaan pembuatan benda uji, maka dilakukan perawatan benda uji Beton silinder ukuran 15 cm dan tinggi 30 cm dengan ketentuan ASTM C 31 – 09. Curing/perawatan beton bertujuan untuk menjaga dan menjamin mutu pelaksanaan pembetonan.

j) Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan dilaksanakan di laboratorium PT. Restu Anak Jaya Abadi Beton Indonesia dan pengujian ini kita lakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pembebanan dilakukan sampai silinder beton hancur dan dicatat besarnya beban maksimum P (MPa). Dan selanjutnya digunakan untuk menentukan tekan beton ($f'c$).

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan meningkatkan kuat tekan beton pada penelitian sebelumnya, dimana campuran beton tersebut menggunakan fly ash 30% sebagai pengganti semen. Sesuai penelitian terdahulu, maka penelitian ini juga menggunakan kuat tekan beton rencana 25Mpa dan fas 0,47. Peningkatan kuat tekan beton diusahakan dengan menambahkan dari berat total bahan pengikat.

Adapun hasil pengujian agregat halus telah memenuhi persyaratan SNI yang dirujuk, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Percobaan	Pasir Lumajang	Standart	Keterangan	Peraturan
a	Kelembaban	1,30 %	1 - 5%	Memenuhi	ASTM C 556 – 89
b	Berat Jenis	2,67 gr/cm ³	1,60 – 3,30 gr/cm ³	Memenuhi	ASTM C127 – 93
c	Air Resapan	2,57 %	Maks 5%	Memenuhi	ASTM C 127 – 93
d	Berat Volume (Lepas)	1,56 kg/dm ³	0,4 - 1,9 kg/dm ³	Memenuhi	ASTM C 29 / C 29 M – 91

	Berat Volume (Rojok)	1,60 kg/dm ³	0,4 - 1,9 kg/dm ³	Memenuhi	ASTM C 29 / C 29 M – 91
e	Kadar Lumpur	2,4 %	Maks 5%	Memenuhi	ASTM C 117 – 95
f	Kadar Bahan Organik	No.3	No.6	Memenuhi	ASTM C 40 – 92
g	Analisa Saringan	Zona 2 (Fm = 2,41)	2,0 < Fm < 3,1	Memenuhi	ASTM C 136 – 95A (ASTM C 33)

Sumber : Hasil Analisis, 2020.

Begitu juga hasil pengujian pada agregat kasar juga telah memenuhi persyaratan SNI yang dirujuk, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar 10 – 20 Pandaan

No	Percobaan	Pasir Lumajang	Standart	Keterangan	Peraturan
a	Kelembaban	1,62 %	1 - 5%	Memenuhi	ASTM C 556 – 89
b	Berat Jenis	2,78 gr/cm ³	1,60 – 3,30 gr/cm ³	Memenuhi	ASTM C128 – 93
c	Air Resapan	1,23 %	Maks 4%	Memenuhi	ASTM C 128 – 93
d	Berat Volume (Lepas)	1,35 kg/dm ³	0,4 - 1,9 kg/dm ³	Memenuhi	ASTM C 29 / C 29 M – 91
	Berat Volume (Rojok)	1,5 kg/dm ³	0,4 - 1,9 kg/dm ³	Memenuhi	ASTM C 29 / C 29 M – 91
e	Kadar Lumpur	2,1%	Maks 5%	Memenuhi	ASTM C 117 – 95
f	Analisa Saringan	Fm = 7,35	6,5 < Fm < 8,0	Memenuhi	ASTM C 33

Sumber : Hasil Analisis, 2020.

Setelah pengujian agregat terpenuhi, maka dilakukan perhitungan *mix design* untuk mendapatkan proporsi bahan yang tepat, guna mencapai kuat tekan yang diharapkan. Maka didapatkan tiap m³ yaitu Semen 436 Kg, Agregat halus 628 Kg, agregat kasar 1166 Kg, dan air 205 Liter. Setelah dilakukan pembuatan benda uji hingga proses *curing*, Maka dilakukan uji tekan yang ditinjau pada umur beton 7, 14 dan 28 hari. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton pada Umur 7, 14 dan 28 Hari

No.	Fc 25 Mpa Beton Normal			Fc 25 Mpa Beton Normal + accelerator			Fc 25 Mpa Fly Ash 30% + accelerator			Fc 25 Mpa Fly Ash 40% + accelerator		
	Kuat Tekan pada berbagai umur 14 Hari, 28 Hari, dan 56 Hari (MPa)											
	14 Hari	28 Hari	56 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari
1	24,46	27,75	28,60	25,63	27,86	28,88	23,78	26,33	26,73	23,10	26,05	26,16
2	24,63	27,46	27,75	25,20	27,46	28,77	23,90	26,61	26,90	23,50	26,16	25,76
3	24,86	27,18	27,86	25,59	27,18	28,31	23,67	26,50	27,18	22,76	25,76	25,82

Sumber : Hasil Analisis, 2020.

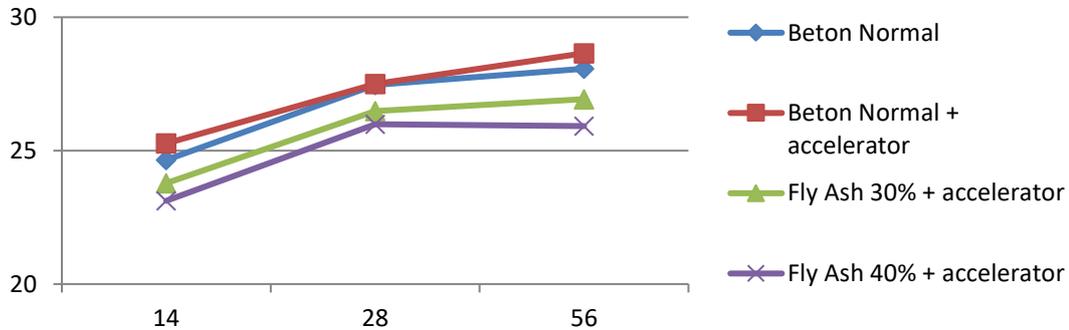
Dari Tabel 3 Hasil uji kuat tekan beton pada umur 14, 28, dan 56 hari diatas maka dapat diperoleh Nilai kuat tekan rata – rata beton seperti berikut (Tabel 4) :

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton rata – rata pada umur 14,28 dan 56 Hari

No	Uji	Kuat Tekan Rata – rata (Mpa)		
	Umur (Hari)	14	28	56
1	Fc 25 Mpa Beton Normal	24,65	27,46	28,07
2	Fc 25 Mpa Beton Normal + accelerator	25,27	27,50	28,65
3	Fc 25 Mpa Fly Ash 30% + accelerator	23,78	26,48	26,93
4	Fc 25 Mpa Fly Ash 40% + accelerator	23,12	25,99	25,92

Sumber : Hasil Analisis, 2020.

Dari Tabel 4. Hasil uji kuat tekan rata - rata beton pada umur 14, 28, dan 56 hari diatas maka dapat dibuat Grafik seperti berikut (Gambar 2.) :



Gambar 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Rata Rata pada Umur 14, 28 dan 56 Hari.

Berdasarkan Gambar 2 dapat diambil kesimpulan bahwa kekuatan tekan beton akan meningkat sesuai dengan bertambahnya umur beton. Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan mencapai 65% dan pada umur 14 hari mencapai 88% - 90% dari kuat tekan beton umur 28 hari. (Peraturan Beton bertulang Indonesia, 1971).

Dilakukan perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton dengan *fly ash* 40% + *accelerator*, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Prosentase Kekuatan Beton

ARIASI BENDA UJI	UMUR BENDA UJI	KUAT TEKAN BETON	PENURUNAN (%)
Beton Normal	14	24,65	0,00
Fly Ash 40% + Accelerator	14	23,12	-6,21
Beton Normal	28	27,46	0,00
Fly Ash 40% + Accelerator	28	25,99	-5,35
Beton Normal	56	28,07	0,00
Fly Ash 40% + Accelerator	56	25,92	-7,66

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tekan untuk beton normal dengan beton yang ditambahkan *fly ash* mengalami penurunan kekuatan terhadap beton normal untuk umur 14, 28, 56 hari. Persentase penurunan kekuatan tertinggi terjadi pada penambahan *fly ash* sebesar 40% pada hari ke-56, yaitu sebesar -7,66% terhadap beton normal. Tetapi masih memenuhi kuat tekan rencana diumur beton 28 hari yaitu 25,99 Mpa.

Tabel 6. Pengaruh Accelerator terhadap Kekuatan Tekan Beton Normal dan campuran beton dengan 30% Fly Ash

No	Uji	Kuat Tekan Rata – rata (Mpa)		
		Umur (Hari)		
		14	28	56
1	Beton Normal (NC)	24,65	27,46	28,07
2	Beton Normal + accelerator (NCA)	25,47	27,50	28,65
	Rata – rata kuat tekan (%)	3,34	0,13	2,08
3	Beton campuran Fly Ash 30% (NCA)	23,33	26,16	27,26
4	Beton normal + accelerator (NCAA)	23,78	25,48	25,60
	Rata – rata kuat tekan (%)	1,94	1,22	1,26

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020.

Jika melihat Tabel 6 dapat diambil kesimpulan bahwa *accelerator* dapat meningkatkan kuat tekan beton terutama memasuki usia beton 14, 28 dan 56 Hari. Kemudian, pengaruh *accelerator* lebih signifikan pada beton normal, daripada beton campuran 30% *fly ash*.

Baik tidaknya kualitas pengerjaan beton dapat dilihat dari besar kecilnya nilai deviasi standar, makin kecil nilai deviasi standar, maka makin baik mutu pengerjaannya. Dari Tabel 7, deviasi standar rata – rata yang dihasilkan sebesar 0,26. Apabila dibandingkan dengan standart yang diberikan oleh ACI (Yogi 2012), tabel 4.10, maka nilai Standart deviasi $0,26 < 1,5$ dan termasuk dalam kategori pengerjaan beton di laboratorium dengan kategori sempurna.

Tabel 7. Deviasi Standar Rata - Rata

Keterangan	usia beton			Rata2
	14	28	56	
Standart Deviasi beton normal	0,02	0,29	0,46	0,32
Standart Deviasi beton normal + acc	0,24	0,34	0,3	0,29
Standart Deviasi beton dg 30%FA + acc	0,12	0,14	0,23	0,16
Standart Deviasi beton dg 40%FA + acc	0,37	0,21	0,22	0,26
Standart Deviasi rata2				0,26

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Accelerator* dapat meningkatkan nilai kekuatan tekan beton normal dan Penambahan *fly ash* 30% pada campuran beton normal dapat menurunkan nilai kuat tekan beton mencapai 3,53%, tetapi dengan adanya penambahan *accelerator*, mampu meningkatkan kuat tekan beton hingga 2%.

Referensi

- [1] A. Maryoto and G. Pamudji, "Program Studi Teknik Sipil Unsoed," *Din. Rekayasa*, vol. 4, no. 1, pp. 41–49, 2008, [Online]. Available: <http://dinarek.unsoed.ac.id/jurnal/index.php/dinarek/article/viewFile/132/132>.
- [2] A. H. Umboh, "Pengaruh pemanfaatan abu terbang (fly ash) dari pltu ii sulawesi utara sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton," *Surya Sebayang*, vol. 2, no. 7, pp. 352–358, 2014.
- [3] A. P. Marthinus and R. S. W. Marthin D. J. Sumajouw, "Pengaruh penambahan abu terbang (fly ash) terhadap kuat tarik belah beton," *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 11, pp. 729–736, 2015.
- [4] S. Sebayang, "Pengaruh Kadar Abu Terbang Sebagai Pengganti Sejumlah Semen Pada Beton Alir Mutu Tinggi," pp. 1–27, 2015.
- [5] W. J. Halstead, "Use of Fly Ash in Concrete.," *Natl. Coop. Highw. Res. Program, Synth. Highw. Pract.*, vol. 96, no. Reapproved, pp. 1–34, 1986.
- [6] SNI 2493-2011, "Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium," *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 23, 2011, [Online]. Available: www.bsn.go.id.
- [7] ASTM, "ASTM C 136 – 95A," *Hrvat. Vode*, vol. 13, no. 50, pp. 85–86, 2005.