

PENGARUH PENAMBAHAN LY ASH DAN SUPERPLASTICIZER DALAM MENCAPAI LOW CEMENT CONCRETE

Diah Ayu Restuti Wulandari

¹ Dosen Universitas Narotama Surabaya
Diah.wulandari@narotama.ac.id

ABSTRAK

Tidak dapat dipungkiri bahwa penggunaan semen pada beton terkadang terlalu berlebihan sehingga angka produksi semen juga meningkat. Dari proses produksi semen inilah yang menjadi salah satu penyebab kerusakan lingkungan. Low cement concrete merupakan salah satu alternatif untuk permasalahan ini. Dengan mengaplikasikan low cement concrete, diharapkan dapat menekan angka penggunaan semen yang berlebihan. berdasarkan uraian masalah tersebut diatas maka penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan fly ash dan superplasticizer terhadap pengurangan semen, workabilitas dan kuat tekan beton. . Sampel pada penelitian ini berjumlah 4 buah beton berbentuk silinder, dengan variasi persentase fly ash sebesar 0, 20% dan persentase superplasticizer sebesar 0 dan 2% substitusi dari berat semen. Metode penelitian yang dilakukan mengacu kepada SK SNI 03-6468-2000 proses pencampuran material dengan cara manual. Analisis dilakukan terhadap hasil pengujian dan membandingkan workabilitas kuat tekan dan prosentase kepadatan sampel beton yang mengandung fly ash, dan superplasticizer. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa dalam penelitian ini penggantian sebagian semen dengan fly ash 20 persen dapat menurunkan workabilitas beton segar, namun dengan penambahan superplasticizer yang dapat menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar sebesar 2 persen dapat memperbaiki workabilitas sehingga mudah dikerjakan akan tetapi dengan penggantian kedua bahan tambah tersebut pada sebagian kapasitas semen mampu meningkatkan kepadatan beton padat sebesar 77, 68 persen dan kuat tekan sebesar 35 MPa.

Kata Kunci : fly ash, superplasticizer, low cement concrete

1. PENDAHULUAN

Semen komponen utama pembentuk beton merupakan salah satu material terpenting untuk semua jenis konstruksi. Hal ini dikarenakan banyaknya kadar semen merupakan penentu kuat tekan beton (yurdakul, 2010). Berdasarkan persepsi diatas maka, tidak dapat dipungkiri bahwa penggunaan semen pada beton terkadang terlalu

berlebihan juga dapat meningkatkan produksi semen. Dari proses produksi semen inilah yang menjadi salah satu penyebab kerusakan lingkungan.

Low cement concrete merupakan salah satu alternatif untuk permasalahan ini, dengan mengurangi komposisi semen dalam campuran, diharapkan dapat menekan angka penggunaan semen yang berlebihan. Selain itu low cement concrete juga dapat mengurangi biaya produksi beton yang tinggi akibat penggunaan semen berlebih.

Pembatasan penggunaan semen dalam campuran low cement concrete tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya yakni popovics, 1990 dan wasserman, et.al, 2009 yang menyatakan bahwa kadar semen yang tinggi dalam campuran beton segar tidak terlalu memberikan kontribusi yang nyata terhadap peningkatan kuat tekan beton yang lebih tinggi dari kekuatan desain yang diperlukan. Hal ini disebabkan kandungan semen yang tinggi akan mengakibatkan beton menjadi lengket serta memiliki penyusutan dan retak. Oleh karena itu pemakaian semen harus seimbang untuk meminimalkan resiko dan untuk mencapai kinerja yang direncanakan.

kemudian permasalahan lainnya adalah adanya porositas. Semakin besar porositasnya maka kuat tekannya semakin kecil, sebaliknya semakin kecil porositas maka kuat tekannya semakin besar. Untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan bahan tambah yang bersifat mineral (additive) yang lebih banyak bersifat penyemenan dan banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja kekuatan beton. Salah satu additive tersebut adalah abu terbang (fly ash) hasil pembakaran dari pembangkit listrik tenaga batubara, yang memiliki bentuk butiran partikel sangat halus sehingga dapat menjadi pengisi rongga-rongga (filler) dalam beton sehingga mampu meningkatkan kekuatan beton dan menambah kekedapan beton terhadap air serta mempunyai keunggulan dapat mencegah keretakan halus pada permukaan beton (Prihartono, 2015). Besar dan kecilnya porositas juga dipengaruhi besar dan kecilnya fas yang digunakan. Semakin besar fas-nya porositas semakin besar, sebaliknya semakin kecil fas-nya porositas semakin kecil, 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. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dipergunakan superplasticizer. 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 (Zai dkk, 2014).

Berdasarkan uraian masalah tersebut diatas maka penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan fly ash dan superplasticizer terhadap pengurangan semen, workabilitas dan kuat tekan beton.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan/Material

1. Semen Portland

Semen adalah bahan-bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai pengikatan serta pengerasannya jika dicampur dengan air, sehingga terbentuk pasta semen. Menurut ASTM C-150, 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen Gresik dalam kemasan 50 kg

2. Agregat Kasar

Untuk memperoleh keseragaman kekuatan agregat kasar yang digunakan, maka agregat kasar (batu pecah) yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari produksi Varia Usaha Beton dengan ukuran 10-20 mm

3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat alam berasal dari Lumajang

4. Air

Air merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting dan paling murah diantara bahan yang lainnya. Penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga menghasilkan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat agregat. Penggunaan air juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dan pada penggunaan fas yang terlalu tinggi mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air sehingga mengakibatkan pada saat kering beton mengandung banyak pori yang nantinya berdampak pada kuat tekan beton yang rendah.

5. Bahan Tambah Mineral

Menurut Mulyono (2004), bahan tambah mineral (additive) merupakan bahan tambah yang berguna untuk memperbaiki kinerja beton, dan lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kerja beton sehingga bahan ini lebih cenderung bersifat pengikat. Ada beberapa bahan tambah yang termasuk dalam bahan tambah mineral ini salah satunya adalah Fly ash yang merupakan residu mineral dalam butir halus yang dihasilkan dari pembakaran batu bara yang dihaluskan pada suatu pusat pembangkit listrik. Partikel-partikel

fly ash yang terkumpul pada presipitator elektrostatik biasanya berukuran (0.074 – 0.005 mm). Bahan ini terutama terdiri dari silikon dioksida (SiO₂), aluminium oksida (Al₂O₃) dan besi oksida (Fe₂O₃).

Bahan tambah mineral yang digunakan dalam penelitian ini adalah fly ash yang diproduksi oleh PT Varia Usaha Beton.

6. Bahan Tambah Kimia

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). Keistimewaan penggunaan superplasticizer dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain, menjaga kandungan air dan semen tetap konstan sehingga didapatkan campuran dengan workability tinggi, 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. Dan 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.

Bahan tambah kimia (Chemical Admixture) yang digunakan dalam penelitian ini adalah superplasticizer yang diproduksi oleh PT. Varia Usaha Beton

2.2 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran beton (mix design) yang digunakan dalam penelitian ini adalah perencanaan campuran sesuai dengan SNI 03-2834-1993. Dengan mutu rencana f'cr sebesar 30 Mpa, ukuran besar butir agregat maksimum sebesar 20 mm dan faktor air semen sebesar 0,4 serta slump minimal sebesar 30-60 mm maka didapat komposisi kebutuhan bahan untuk campuran beton sebagai berikut:

Tabel 1.
Kebutuhan Bahan susun Beton yang telah dikonversi untuk 2 silinder tiap campuran (kg/cm³)

Kadar FA (%)	Kadar SP (%)	volume		Berat		Berat pasir	Berat batu pecah
		Air	SP	Fa	PC		
0 %	0	3.3	0	1.7	8.34	12.48	14.28
20%	2%	3.3	0.17	1.7	6.64	12.48	14.28

Sumber: Hasil Pengolahan data (2017)

2.3 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengadukan menggunakan tangan (manual). Jumlah benda uji yang dibuat berjumlah 4 buah, dimana setiap variasi menggunakan 2 buah benda uji. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji beton setiap variasi dikurangi proporsi semennya dan digantikan dengan

bahan tambah superplasticizer sebesar 0 dan 2% dari berat semen, serta dengan menggunakan fly ash sebesar 0 dan 20% dari berat semen. Pemilihan fly ash 20% berdasarkan pada penelitian sebelumnya oleh hernando, 2009 yang menyatakan bahwa kuat desak optimum dapat dicapai pada penggantian semen dengan Fly Ash sebesar 20%. Hal ini senada dengan pernyataan slag cement association pada tahun 2013 yang menyatakan bahwa kuat desak optimum didapat ketika penggantian semen dengan penambahan campuran 20 fly ash dan 30 slag cement.

2.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan ini dilakukan setelah beton mengalami final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan minimal dilakukan 7 (tujuh) hari harus diperhatikan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat. Perawatan benda uji silinder dalam penelitian ini dilakukan dengan cara merendam benda uji di bak perendaman khusus di Laboratorium Bahan milik PT Varia Usaha Beton

2.5 Pengujian Benda Uji

Setelah beton dirawat dan telah berumur 7 hari, dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat mesin kuat tekan, hal ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari benda uji hingga didapatkan hasil data kuat tekan beton, untuk kemudian dihitung kuat tekan beton karakteristik. Setelah itu hasil kuat tekan beton karakteristik tersebut dikonversikan kedalam umur 28 hari dengan uji Evaluasi Kepadatan untuk faktor koreksi.

3. PEMBAHASAN

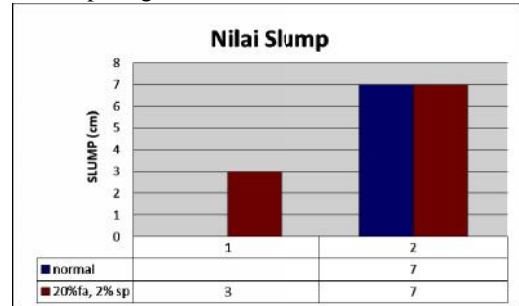
3.1 Hasil Pengujian nilai slump dan workability

Pada pengujian tingkat kemudahan pengerjaan beton segar dilakukan dengan menggunakan tes slump dan pengamatan secara visual berikut ini hasil pengukuran slump pada beton segar untuk campuran beton. Dalam penelitian ini nilai slump sudah ditentukan, untuk masing-masing campuran beton normal dan beton dengan bahan tambah yakni FA dan SP penurunan nilai slump sebesar 6-18 cm.



Gambar 1 Pengujian workability pada beton segar

Pada saat proses pengadukan pada beton normal tanpa penambahan bahan tambah untuk mencapai slump 7 cm tidak terjadi pengurangan air sedangkan pada beton dengan bahan tambah dengan perlakuan penambahan fly ash sebelum ditambah superplasticizer hanya turun sebesar 3cm namun setelah diberi bahan tambah kimia yakni superplasticizer sebesar 2% slumpnya turun menjadi 7 cm sebagaimana ditunjukkan sentase pada gambar berikut:



Gambar 2.

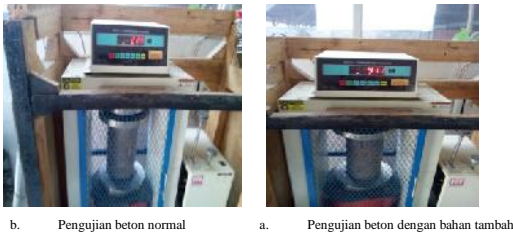
Grafik hasil pengujian slump

Sumber: hasil Pengolahan data (2017)

Dari hasil pengujian nilai slump menunjukkan bahwa nilai slump menurun seiring bertambahnya prosentase fly ash 20% dalam campuran beton, hal ini dikarenakan fly ash lebih banyak menyerap air jika dibandingkan dengan semen, sehingga adukan menjadi lebih kering yang kemudian mempengaruhi nilai slump beton segar menjadi lebih kering yang kemudian mempengaruhi nilai slump beton segar menjadi lebih rendah sesuai dengan kadar yang ditambahkan. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa nilai slump menurun seiring bertambahnya prosentase fly ash dalam campuran beton (Haf, 2012). Oleh sebab itu perlu ditambahkan superplasticizer yang dapat membantu memperbaiki workability dari adukan beton karena sifatnya sebagai pelicin pada campuran adukan beton (Danasi dan Lisantono, 2015).

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari dengan kuat tekan rencana sebesar 30 Mpa sebanyak empat benda uji yang terdiri dari dua variasi campuran yakni beton normal tanpa bahan tambah dan beton dengan pemberian bahan pengganti fly ash 20% dari berat semen dan superplasticizer sebesar 2% dari berat semen. Untuk masing-masing variasi dibuat dua benda uji berbentuk silinder $\phi 15$ cm x 30 cm. Berikut gambaran pengujian kuat tekan menggunakan alat compressive strength untuk beton normal dan beton dengan bahan tambah

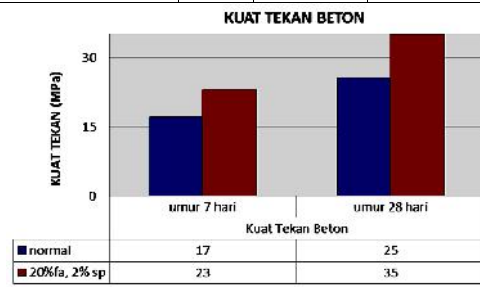


Gambar 3. Pengujian kuat tekan beton

Dengan menggunakan rumus $f'c = P/A$, akan didapatkan nilai kuat tekan beton menggunakan silinder ukuran Ø 15 cm x 30 cm. Pengujian kuat tekan beton sendiri dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari saja sedangkan untuk umur 28 hari dilakukan peramalan dengan cara membagi kuat tekan umur 7 hari dengan faktor koreksi sebesar 0.65. Berikut tabel dan grafik yang memuat nilai kuat tekan beton untuk masing masing variasi campuran.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat rata-rata pada saat pengujian di lapangan

	KN	7 hari MPa	28 hari MPa
normal	289	17	25
20%FA, 2% sp	404	23	35



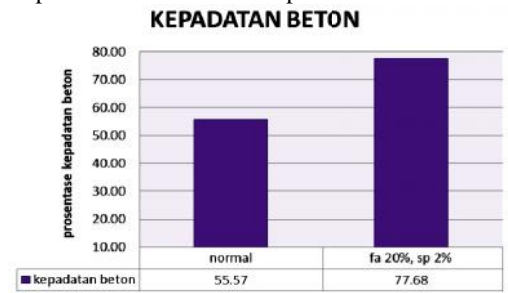
Gambar 4. Peningkatan kekuatan tekan beton gabungan berdasarkan umur pengujian lapangan
Sumber: hasil Pengolahan data (2017)

Dari tabel 2 dan gambar 4 diatas menunjukkan kuat tekan beton pada saat pengujian dilapangan, dapat terlihat bahwa dengan penambahan 20 persen fly ash dan 2 persen superplasticizer dari berat semen mampu meningkatkan mutu beton umur tujuh hari sebesar 23 Mpa, yang kemudian setelah dikonversikan ke dalam 28 hari dapat meningkat menjadi 35 Mpa. Hal ini sesuai dengan pernyataan penelitian terdahulu dari michael thomas, 2007 dalam optimizing the use of fly ash in concrete bahwa abu terbang di dalam beton menyumbang kekuatan yang lebih baik dibanding dengan beton normal dan hernando, 2009 yang menyatakan bahwa Pengaruh Fly Ash sebagai bahan pengganti mengakibatkan terjadi 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 abu terbang di dalam beton yaitu sebagai agregat halus dan sebagai pozzolan. Sedangkan pengaruh superplasticizer hanya sebagai peningkat workabilitasnya saja. Namun bukan berarti tidak dapat mempengaruhi kuat tekan, karena berdasarkan ACI 116R-2000 menyatakan bahwa secara umum superplasticizer memiliki kemampuan untuk menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar sehingga mudah dikerjakan sehingga dapat menghasilkan kepadatan beton yang lebih baik. Faktor –faktor tersebutlah yang dapat meningkatkan mutu beton dibandingkan dengan beton normal tanpa bahan tambah.

3.3 Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu (quality control) adalah bagian dari jaminan kualitas guna memastikan kualitas produk dengan mengukur kepadatan beton dimana berdasarkan SNI 03-2847-2002 penerimaan mutu beton dari pengujian beton inti (coring), dianggap memenuhi syarat jika tidak ada nilai hasil pengujian dengan beton inti yang kurang dari (75% $f'c$). Dalam penelitian ini uji kepadatan beton dilakukan pada umur 7 hari.



Gambar 5. Kepadatan Beton
Sumber: hasil Pengolahan data (2017)

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa dengan penambahan fly ash sebesar 20 persen dan superplasticizer sebesar 2% dapat meningkatkan kepadatan beton di umur awal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semua variasi campuran menggunakan faktor air semen tetap sebesar 0.4
2. Dalam penelitian ini penggantian sebagian semen dengan fly ash dapat menurunkan workabilitas beton segar, namun dengan penambahan superplasticizer yang dapat menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar sebesar 2 persen

dapat memperbaiki workabilitas hingga mencapai nilai slump sebesar 70 mm

3. Dengan penambahan fly ash sebesar 20% dan superplasticizer sebesar 2% dari berat semen dapat meningkatkan kepadatan beton sebesar 77,68 persen dan mutu beton sebesar 35 Mpa, sehingga dalam hal ini kedua bahan tambah tersebut dapat digunakan sebagai material pengganti sebagian semen

5. DAFTAR PUSTAKA

- _____, (2013). *Supplementary Cementitious Materials*. Slag Cement Association no 11. Farming Hills, MI 48331.
- ACI Committee 116, (2000), "Cement and Concrete Terminology (ACI 116R-00)," American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 73 pp.
- Danasi, M dan Istantono, (2015). Pengaruh Penambahan Fly Ash Pada Beton Mutu Tinggi dengan Silica Fume dan Filler Pasir Kwarsa, Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 Komda VI BMPTTSSI, Makasar, 7-8 Oktober
- Haf, B. (2012). Pengaruh Penggunaan Fly Ash pada Beton Mutu Normal dan Mutu Tinggi ditinjau dari Kuat Tekan dan Absorpsi, *Media Teknik Sipil*, Volume 10, Nomor 1, Februari: 01 - 09
- Hernando, F. (2009). *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Penggantian Semen Dengan Fly Ash*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV Andi Offset
- Popovics, S. (1990). Analysis of the concrete strength versus water-cement ratio relationship. *ACI Materials Journal*, Vol. 87, No. 5, 517–529.
- Prihantoro, T. (2015). *Analisis Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Teknologi High Volume Fly Ash Concrete*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- SNI 03-2834-1993, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional (BSN)
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional (BSN)
- Thomas, M. (2007). *Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete*. Portland Cement Association
- Wassermann, R., Katz, A., and Bentur, A. (2009). Minimum cement content requirements: a must or a myth. *Materials and Structures*, No. 42, 973–982.
- Yurdakul, E. (2010). *Optimizing concrete mixtures with minimum cement content for performance*

and sustainability. Iowa State University

- Zai, K., Syahrizal., dan Karolina, R. (2014). Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI (American Concrete Institute). *Jurnal Teknik Sipil USU*, Volume 3, no.2