

KOMPARASI KUALITAS *FLOWING CONCRETE* DITINJAU DARI TINGGI JATUH PENGECORAN DAN JENIS SEMEN

Nuryadin Eko Raharjo
Staf Pengajar Fakultas Teknik UNY

ABSTRACT

Pumping method is the most frequently used to transport concrete vertically in multistory building construction. However, such pumping method is still up against many problems: (1) the high performance of concrete requires a high quality of flowing concrete; (2) close-meshed framing causes difficulties in distributing the concrete. This research aims to clarify the influence of foundry fall height and cement type toward compressive strength and water absorption difference of flowing concrete.

Two type of cements, Portland Cement (PC) and Portland Pozzoland Cement (PPC), were tested in this experimental research. Variation of foundry fall height is categorized into 0cm, 35cm, 70cm, and 100cm. Compressive strength and water absorption of each variant of flowing concrete was measured after reaches age of 90 days; three of test objects represent by one data.

The research concludes that: (1) there is a compressive strength difference of flowing concrete using both PC and PPC as the result of foundry fall height. Maximal compressive strength difference is reached at fall height of 100cm; for PC is 15.36% and PPC is 6.69%. (2) there is a water absorption difference of flowing concrete as the result of foundry fall height using both PC and PPC. Maximal water absorption difference is reached at fall height of 100cm; for PC is 12.05% and PPC is 32.50%.

Keywords: fall height, flowing concrete, compressive strength, water absorption, cement type

PENDAHULUAN

Teknologi dalam bidang konstruksi dari tahun ke tahun semakin berkembang, baik dari segi desain maupun metode-metode konstruksi yang dilaksanakan. Pelaksanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia saat ini lebih banyak didominasi dengan pemanfaatan beton sebagai material utamanya, hal ini lebih dipengaruhi karena melimpahnya ketersediaan sumber

daya yang dibutuhkan sehingga dapat menekan biaya konstruksi yang harus disediakan. Kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan infrastruktur saat ini terletak pada mahalannya harga tanah di kota-kota besar yang merupakan pusat perdagangan dan industri (*central business district*) sehingga dapat menghambat pengembangan infrastruktur ke arah horisontal. Konsep yang lebih tepat untuk mengatasi kendala ini adalah optimalisasi

lahan yang tersedia melalui pengembangan ke arah vertikal dengan pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi (*multi-storey building*).

Pembangunan gedung bertingkat tinggi yang menggunakan beton sebagai komponen struktur utamanya memerlukan penguasaan teknologi konstruksi yang tepat agar diperoleh hasil yang berkualitas dan efisien. Pelaksanaan transportasi beton segar dari *mixer* menuju ketinggian yang diinginkan merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan. Metode pelaksanaan transport beton arah vertikal yang banyak digunakan saat ini adalah cara pemompaan (*pumping*). Masalah utama yang sering dihadapi dalam pelaksanaan pemompaan beton adalah: (1) diperlukan beton yang memiliki kemampuan mengalir dengan baik (*flowing concrete*), (2) konfigurasi tulangan pada bangunan tingkat tinggi biasanya sangat rapat sehingga bagian ujung pompa tidak dapat menyentuh bagian dasar pengecoran.

Flowing concrete pada umumnya diproduksi dengan bahan tambah *superplasticizer* dengan partikel halus (lolos saringan 200 μm) minimal 350 kg/m^3 . Menurut Sonebi dan Khayat (2001), pada pengecoran beton di bawah air dengan *flowing concrete* yang menggunakan 20% *fly ash* dan 6% *silica fume* sebagai bahan substitusi semen dapat menghasilkan kekuatan tersisa (*residual strength*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan *binder* yang hanya berupa semen portland saja. Hal ini disebabkan karena penggunaan *fly ash* dan *silica fume* dapat meningkatkan homogenitas dan viskositas beton segar.

Jenis semen yang beredar di pasaran Indonesia saat ini didominasi semen

portland jenis I dalam kemasan 50 kg dan *Portland Pozzolan Cement* (semen yang telah ditambah dengan bahan pozzolan) dalam kemasan 40 kg. Harga per-kilogram keduanya hampir sama, tetapi sampai sekarang belum diketahui jenis semen yang paling tepat untuk digunakan dalam produksi *flowing concrete*. Semen portland digunakan untuk bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti untuk membangun gedung bertingkat, jalan raya, dan landasan pacu pesawat. PPC juga digunakan untuk bangunan umum dan mempunyai kegunaan khusus yaitu untuk bangunan yang memerlukan ketahanan terhadap garam laut, sulfat dengan panas hidrasi sedang.

Sementara itu kualitas hasil pekerjaan yang paling penting dalam pembangunan struktur beton adalah kuat tekan dan serapan air beton. Sampai saat ini juga belum diketahui bukti ilmiah tentang dampak penuangan *flowing concrete* yang dilaksanakan dengan ujung pompa yang tidak menyentuh dasar pengecoran terhadap kuat tekan dan serapan airnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh tinggi jatuh pengecoran dan jenis semen terhadap kuat tekan dan serapan air pada *flowing concrete*.

Untuk lebih mengarahkan permasalahan yang akan dipecahkan maka rumusan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a. Apakah terdapat perbedaan kuat tekan pada *flowing concrete* akibat tinggi jatuh pengecoran baik yang menggunakan PC maupun PPC ?
- b. Apakah terdapat perbedaan serapan air pada *flowing concrete* akibat tinggi jatuh pengecoran baik yang menggunakan PC maupun PPC ?

TINJAUAN PUSTAKA

1. *Flowing Concrete*

Pekerjaan pengecoran beton pada lokasi yang sulit dijangkau ataupun pada elemen struktur yang memiliki formasi penulangan yang rapat memerlukan jenis beton segar yang mudah mengalir (*flowing concrete*). Beton segar dapat digolongkan sebagai *flowing concrete* jika memiliki nilai sebaran (*flow*) lebih dari 50 cm dalam pengujian *flow table test* (Neville and Brooks, 1987). Menurut Russel (2002) *flowing concrete* merupakan jenis beton segar dengan tingkat kelecakan (*workability*) yang sangat tinggi dengan nilai slump diatas 18 cm (7,25 inch).

Dalam proses produksi *flowing concrete*, perlu dipersyaratkan penggunaan campuran gemuk dengan partikel sangat halus (lolos saringan berukuran 200 μm) minimal 350 kg/m^3 dengan bahan tambah *superplasticizer* untuk mendispersikan (menyebarkan) partikel semen menjadi merata dan memisahkan menjadi partikel-partikel yang halus sehingga reaksi pembentukan C-S-H (*tobermorite*) akan lebih merata dan lebih aktif dan menghasilkan beton yang lebih padat dan kedap air. Hal ini juga dimaksudkan untuk menjamin homogenitas dan kohesivitas campuran serta menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi pada saat pengecoran (Gambhir, 1986).

2. Semen

Semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambahan. Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu : trikalsium silikat (C_3S),

dikalsium silikat (C_2S), trikalsium aluminat (C_3A) dan tetrakalsium aluminoforit (C_4AF), selain itu pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil misalnya : MgO , TiO_2 , Mn_2O_3 , K_2O dan Na_2O . Soda atau potasium (Na_2O dan K_2O) merupakan komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat sehingga menimbulkan disintegrasi beton (Neville dan Brooks, 1987).

Unsur C_3S dan C_2S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dan paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodinuljo, 1996), bila semen terkena air maka C_3S akan segera berhidrasi dan memberikan pengaruh yang besar dalam proses pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Unsur C_2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh setelah beton berumur 7 hari. Unsur C_3A bereaksi sangat cepat dan memberikan kekuatan setelah 24 jam, semen yang mengandung unsur C_3A lebih dari 10% akan berakibat kurang tahan terhadap sulfat. Unsur yang paling sedikit dalam semen adalah C_4AF sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan pasta semen atau beton.

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Standar industri di Amerika (ASTM) maupun di Indonesia (SNI 15-2049-2004) mengenal 5 jenis semen, yaitu:

- Tipe I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- Tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahan-

an terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

- c. Tipe III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang sangat baik.

Sementara itu menurut SNI 15-0302-2004 *Pozzoland Portland Cement (PPC)* adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen portland pozolan.

Pozolan merupakan bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen. Dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen

Semen Portland pozolan dapat dibedakan menjadi empat macam menurut kegunaannya, yaitu:

- a. Jenis IP-U yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton.
- b. Jenis IP-K yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan

untuk semua tujuan pembuatan adukan beton, semen untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.

- c. Jenis P-U yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.
- d. Jenis P-K yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, serta untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.

3. Kualitas Beton Keras (*Hardened Concrete*)

Beton keras dapat dikategorikan berkualitas baik jika mempunyai sifat-sifat kuat, awet, kedap air dan memiliki kemungkinan perubahan dimensi yang kecil. Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang sifat-sifat mekanis yang lain pada beton tersebut.

Secara umum kekuatan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu; pasta semen, rongga, agregat dan *interface* antara pasta semen dengan agregat. Dalam pelaksanaannya faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah nilai faktor air semen, derajat kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan kualitas agregat yang meliputi gradasi, tekstur permukaan, bentuk, kekuatan, kekakuan serta ukuran maksimum agregat.

Prosedur pengujian kuat tekan beton dapat dilakukan menurut standar SNI: 03-1974-1990. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi; kondisi ujung benda uji, ukuran benda uji, rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat, rasio panjang terhadap diameter benda uji, kondisi kelembaban

dan suhu benda uji, arah pembebanan terhadap arah pengecoran, laju penambahan beban pada *compression testing machine* serta bentuk geometri benda uji.

Durabilitas struktur beton sangat tergantung pada dua faktor utama, yaitu penggunaan bahan perekat (semen dan pozolan) yang tepat serta proses pemadatan yang sempurna untuk mendapatkan volume pori seminimal mungkin. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi volume pori di dalam beton antara lain, faktor air semen, berat total semen per meter kubik, gradasi agregat, perawatan beton dan penggunaan bahan tambah (Gambhir, 1986). Semakin banyak volume pori dalam beton yang telah mengeras akan menyebabkan semakin besarnya nilai serapan air. Nilai serapan air beton dapat mengindikasikan kerapatan beton dalam menahan laju infiltrasi zat-zat agresif yang dapat merusak keawetan dan kekuatan beton, dengan kata lain tingkat durabilitas atau keawetan beton akan semakin baik jika memiliki nilai serapan air yang semakin kecil atau massa padat yang lebih rapat.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini, meliputi : (a) semen portland (PC) Jenis I dan Semen Portland Pozolan (PPC) jenis I dengan merk dagang Semen Gresik, (b) agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan ukuran maksimum 19 mm, sedangkan pasir berupa agregat halus alami yang berasal dari wilayah Kabupaten Sleman, (c) air diperoleh dari Laboratorium Bahan

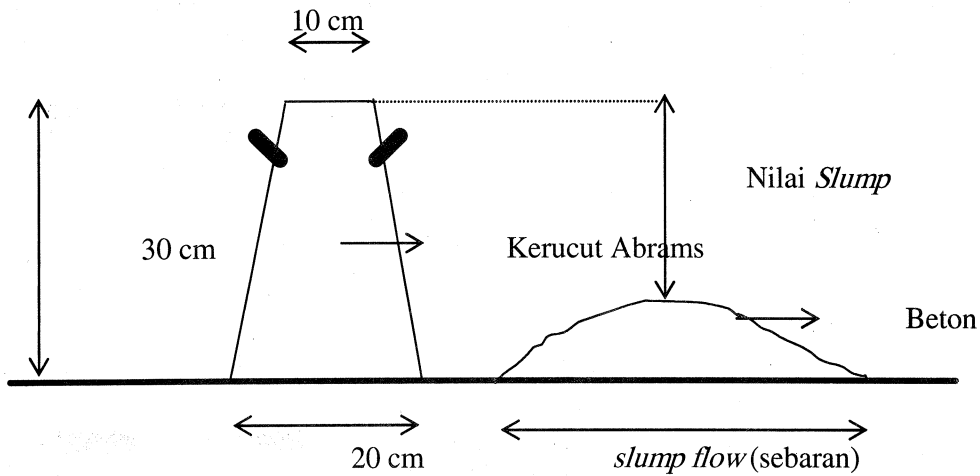
Bangunan FT UNY, (d) bahan tambah yang digunakan berupa *superplasticizer* merk Sikament NN.

Peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian ini terdiri dari : (a) ayakan/saringan dan penggetar *siever*, (b) cetakan beton, (c) *Compression Testing Machine*, (d) oven, (e) *Concrete mixer*, (f) *Slump Test*, (g) gelas ukur dan piknometer, (h) Kerucut Abrams dan tongkat penusuk, (i) timbangan, dan (j) meteran

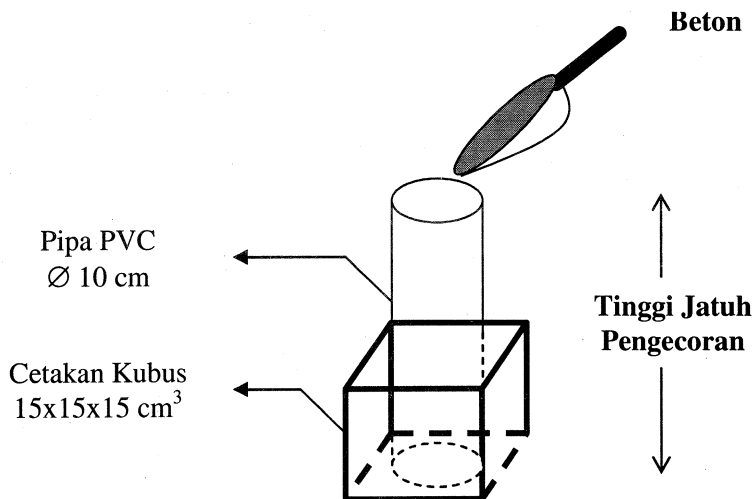
Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan metode konstruksi yang berkualitas dan efisien dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi serta mendapatkan argumentasi ilmiah yang memadai tentang asumsi keseragaman kualitas setiap bagian elemen struktur. Jenis semen yang akan digunakan dibedakan menjadi dua yaitu semen portland dan semen portland pozolan. Tinggi jatuh pengecoran disesuaikan dengan kenyataan di lapangan dengan variasi 0 cm, 35 cm, 70 cm, dan 100 cm. Setiap varian dalam penelitian ini akan diuji kuat tekan pada umur 90 hari dan serapan air beton dengan 3 benda uji beton untuk 1 data pengujian.

Sifat-sifat beton yang telah mengeras (*hardened concrete*) sangat tergantung pada sifat beton segar yang digunakan sehingga sebelum dituang perlu dilakukan pemeriksaan sifat beton segar. Sifat beton segar dalam penelitian ini diuji dengan metode *modified slump test* untuk mengukur nilai slump dan *slump-flow* (sebaran) yang terjadi. Sketsa gambar pelaksanaan *modified slump test* dapat dilihat pada Gambar 1.

Setelah dilakukan pengujian sifat beton segar, dilanjutkan dengan pembuatan benda uji seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Sketsa *Modified Slump Test*



Gambar 2 Sketsa Metode Pengecoran

Prosedur pengujian kuat tekan dilaksanakan berdasarkan BS 1881 tahun 1983, benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris, dan mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 0,2 sampai 0,4 MPa perdetik.

Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat. Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut persamaan 1.

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \text{ MPa} \quad (1)$$

di mana : P = beban maksimum (N)
A = luas penampang benda uji (mm²)

$$P = \frac{W_{jkm} - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (2)$$

di mana; P = Serapan air
W_{jkm} = Berat jenuh kering muka
W_k = Berat kering

Pengujian serapan air dilakukan pada pecahan benda uji kuat tekan beton. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang melekat kemudian direndam dalam air selama 24 jam, selanjutnya beton diangkat dari dalam air kemudian ditiriskan dan permukaan beton dibersihkan dan diangin-anginkan sampai mencapai keadaan jenuh kering muka lalu benda uji tersebut ditimbang, selanjutnya beton dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 105° celcius selama minimal 36 jam kemudian dikeluarkan, diangin-anginkan dan ditimbang lagi. Pengujian yang dilaksanakan di atas mengacu pada standar ASTM C-127-68, selanjutnya serapan air beton dihitung dengan Persamaan 2.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif komparatif.

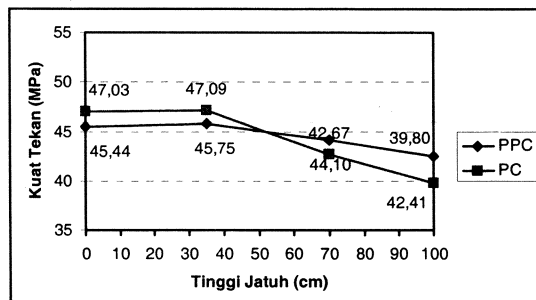
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kuat Tekan *Flowing Concrete*

Pengujian kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan rata-rata *flowing concrete* dengan variasi tinggi jatuh pengecoran: 0cm, 35cm, 70cm dan 100cm serta jenis semen yang digunakan adalah semen portland (PC) dan semen portlan pozzoland (PPC). Hasil pengujian kuat tekan *flowing concrete* menggunakan PC dan PPC disajikan dalam tabel 1 dan gambar 3 berikut.

Tabel 1. Kuat tekan *flowing concrete* dengan variasi tinggi jatuh pengecoran

Tinggi Jatuh Pengecoran (cm)	Kuat Tekan Beton (MPa)		Fluktuasi Kuat Tekan (%)	
	PC	PPC	PC	PPC
0	39,19	32,46	0,00%	0,00%
35	39,24	32,68	0,13%	0,68%
70	35,56	31,5	-9,26%	-2,96%
100	33,17	30,29	-15,36%	-6,69%



Gambar 3. Kuat tekan beton dari PC dan PPC dengan variasi tinggi jatuh pengecoran

Dari tabel 1 dan gambar 3 terlihat bahwa pada tinggi jatuh 35 cm baik pada *flowing concrete* yang menggunakan PC maupun PPC tidak terjadi penurunan kuat tekan tetapi justru terjadi kenaikan kuat tekan beton meskipun kenaikannya tidak mencapai 1%. Hal ini dimungkinkan pada tinggi jatuh 35cm merupakan jarak yang ideal untuk menuangkan beton. Dalam jarak tersebut terjadi proses *self compacting* pada beton akibat gaya gravitasi dan belum mengakibatkan segregasi.

Terjadinya penurunan kuat tekan baik pada beton PC maupun PPC mulai terjadi pada tinggi jatuh 70 dan 100 cm. Hal tersebut disebabkan penuangan beton pada jarak di atas 35 cm akan mengakibatkan terjadinya segregasi yang memberi efek turunnyanya kuat tekan pada beton. Pada tinggi jatuh 0cm (tanpa dijatuhkan) dan 35 cm, *flowing concrete* dengan bahan ikat PC mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibanding yang menggunakan PPC. Akan tetapi pada tinggi jatuh 70 cm dan 100 cm justru keadaannya menjadi terbalik, *flowing concrete* dengan bahan ikat PC mempunyai kuat tekan yang lebih rendah dibanding yang menggunakan PPC.

Dilihat dari fluktuasi naik turunnya kuat tekan *flowing concrete* dari PC mengalami penurunan sampai 15,36%

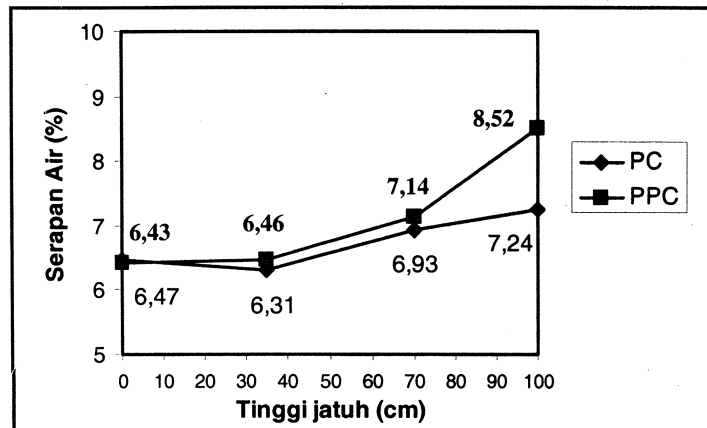
pada tinggi jatuh 100 cm sedangkan *flowing concrete* dari PPC hanya mengalami penurunan sebesar 6,69% pada tinggi jatuh 100 cm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kuat tekan *flowing concrete* dari PC berbeda dengan *flowing concrete* dari PC. *Flowing concrete* yang menggunakan bahan ikat dari PC mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi pada tinggi jatuh yang rendah yaitu 0 cm (tanpa dijatuhkan) dan 35 cm. Akan tetapi untuk tinggi jatuh 70 cm dan 100 cm maka *flowing concrete* dari PPC dapat mencapai kuat tekan yang lebih tinggi. Selain itu bahan ikat PPC pada *flowing concrete* akan memberikan sifat yang lebih baik dalam mencegah segregasi sedangkan untuk penuangan beton dengan jarak yang pendek akan lebih tinggi kuat tekannya bila menggunakan bahan ikat PC.

2. Serapan Air *Flowing Concrete*

Pengujian serapan air dilakukan terhadap serapan air pada beton dengan variasi tinggi jatuh pengecoran : 0cm, 35cm, 70cm dan 100cm serta jenis semen yang digunakan adalah semen portland (PC) dan semen portlan pozzoland (PPC). Hasil pengujian serapan air pada beton yang menggunakan PC dan PPC disajikan dalam tabel 2 dan gambar 4 berikut.

Tabel 2. Serapan air pada *flowing concrete* dari PC dan PPC berdasarkan variasi tinggi jatuh pengecoran

Tinggi Jatuh Pengecoran (cm)	PC		PPC	
	Serapan Air	Perbedaan (%)	Serapan Air	Perbedaan (%)
0	6,47	0,00	6,43	0,00
35	6,31	-2,41	6,46	0,47
70	6,93	7,23	7,14	11,04
100	7,24	12,05	8,52	32,50



Gambar 4. Serapan air pada *flowing concrete* dari PC dan PPC berdasarkan variasi tinggi jatuh pengecoran

Dari tabel 2 dan gambar 4 terlihat bahwa penelitian ini membuktikan bahwa terdapat korelasi antara tinggi jatuh pengecoran dengan serapan air pada beton. Secara umum semakin besar jarak tinggi jatuh dalam penuangan beton segar akan mengakibatkan semakin besar nilai serapan air dalam beton. Besarnya nilai serapan air tersebut disebabkan banyaknya pori yang terdapat dalam beton. Semakin besar tinggi jatuh pengecoran akan mengakibatkan segregasi yang mengarah pada banyaknya pori yang terjadi dalam beton.

Volume pori yang semakin banyak pada beton yang telah mengeras tentunya akan menyebabkan semakin besarnya nilai serapan air. Nilai serapan air beton dapat mengindikasikan kerapatan beton dalam menahan laju infiltrasi zat-zat agresif yang dapat merusak keawetan dan kekuatan beton. Dengan demikian semakin besar jarak tinggi jatuh pengecoran akan menurunkan tingkat durabilitas atau keawetan beton.

Nilai serapan air pada *flowing concrete* dari PC dan PPC mempunyai nilai yang hampir sama pada tinggi jatuh yang rendah (0cm dan 35 cm). Tetapi untuk tinggi jatuh

70 cm dan 100 cm pada PC meskipun dalam hal kuat tekan mengalami penurunan yang lebih banyak persentasenya dibanding dengan *flowing concrete* dari PPC, tetapi dalam hal serapan air ternyata justru lebih sedikit kenaikannya (dalam persentase). *Flowing concrete* dengan PC pada tinggi jatuh 100 cm hanya mengalami kenaikan serapan air sebesar 12,05% sedangkan dengan PPC mengalami kenaikan sebesar 32,50%.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Penelitian ini menyimpulkan bahwa :
1. Terdapat perbedaan kuat tekan pada *flowing concrete* akibat tinggi jatuh pengecoran baik yang menggunakan PC maupun PPC. Perbedaan maksimal kuat tekan pada *flowing concrete* terjadi pada tinggi jatuh pengecoran 100 cm yaitu sebesar 15,36% pada PC dan 6,69% pada PPC.
 2. Terdapat perbedaan serapan air pada *flowing concrete* akibat tinggi jatuh pengecoran baik yang menggunakan PC maupun PPC. Perbedaan maksimal serapan air pada *flowing concrete*

Komparasi Kualitas *Flowing Concrete*..., (Nuryadin Eko Raharjo)

terjadi pada tinggi jatuh pengecoran 100 cm yaitu sebesar 12,05% pada PC dan 32,50% pada PPC.

Saran-saran yang diajukan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan kuat tekan yang lebih besar pada *flowing concrete* maka

disarankan agar dalam melakukan penuangan beton segar dilakukan dengan jarak sekitar 35cm.

2. Apabila penuangan beton segar terhalang oleh begesting (pada struktur kolom) maka sebaiknya dibuatkan jendela/lobang pada begesting untuk memasukkan ujung pompa beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferraris, C.F. 1999. *Measurement of the Rheological Properties of High Performance Concrete : State of the Art. Journal of Research of National of Standard and Technology, Vol. 104, No.4, 1999.* Gaithersburg.
- Ferraris, C.F., Lynn, B., Celik, O. and Daczko, J. 2000. *Workability of Self-Compacting Concrete, International Simposium of High Performance Concrete.* Orlando.
- Gambhir, M.L. 1986. *Concrete Technology.* New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Gani, M.S.J. 1997. *Cement and Concrete.* Melbourne : Chapman & Hall.
- Henry G, Russel. 2002. *Admixture of High Performace Concrette.* ACI.
- Kardiyono Tjokrodumuljo. 1996. *Teknologi Beton,* Yogyakarta : Nafiri.
- Malisch. 1986. *Tremie Concrete Methods for Placing High Quality Concrete Underwater.* Aberdeen : The Aberdeen Group.
- Neville, A.M. and Brooks. 1987. *Concrete Technology.* Essex : Longman Scientific & Technical.
- Ouchi, M. 2001. *Self-Compacting Concrete Development, Applications and Investigations.* Kochi University of Technology.
- Sonebi, M. and Khayat, K.H. 2001. *Effect of Free Fall Height in Water on the Performance of Highly Flowable Concrete. ACI Material Journal, Vol. 28, No. 1.* Michigan.
- Sonebi, M. and Khayat, K.H. 2001. *Effect of Mixture Composition on Relative Strength of Highly Flowable Underwater Concrete, ACI Material Journal, Vol. 28, No. 3.* Michigan.
- Yamada, K., Takahashi, T., Hanehara, S. and Matsuhisa, M. 2000. *Effects of Chemical Structures on the Properties of Polycarboxylate-Type Superplasticizer. Cement and Concrete Research.*
- _____.2005. *Perbedaan semen OPC dan PPC.* www.semengresik.com/indonesia/faq index.php.