

**ANALISIS VARIASI METODE PERAWATAN PADA *HIGH VOLUME FLY ASH*
CONCRETE MUTU TINGGI TERHADAP SIFAT MEKANISNYA**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Sipil
Fakultas Teknik

oleh:

NURNAIM ROMADHONI
NIM : D 100 100 069

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS VARIASI METODE PERAWATAN PADA *HIGH VOLUME FLY ASH*
CONCRETE MUTU TINGGI TERHADAP SIFAT MEKANISNYA**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

NURNAIM ROMADHONI
NIM : D 100 100 069

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Dr., Mochamad Solikin

NIK. 792

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS VARIASI METODE PERAWATAN PADA *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE* MUTU TINGGI TERHADAP SIFAT MEKANISNYA

oleh :

NURNAIM ROMADHONI

NIM : D 100 100 069

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik jurusan Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari oktober 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

1. Mochamad Solikin, Phd.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Muhammad Ujianto. S.T., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Suhendro trinugroho, M.T
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)


(.....)


(.....)

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Oktober 2016

Penulis



NURNAIM ROMADHONI
NIM : D 100 100 069

ANALISIS VARIASI METODE PERAWATAN PADA *HIGH VOLUME FLY ASH* CONCRETE MUTU TINGGI TERHADAP SIFAT MEKANISNYA

Abstrak

Perawatan beton adalah proses yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau menjaga kelembaban beton. Penelitian ini dilakukan pada beton *high volume fly ash* dengan mutu beton yang direncanakan f'_c 45 MPa, menggunakan *mix desain* metode ACI, nilai *slump* yang direncanakan 10 ± 2 cm. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kuat tekan, kuat tarik belah dan serapan air. Sebelum dilakukan pengujian, beton dirawat dengan cara di rendam selama 28 hari dan 56 hari, dirawat dengan cara di siram dan di tutup karung selama 14 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dan 56 hari dengan perawatan direndam, beton *high volume fly ash* nilai kuat tekannya sebesar 31,61 MPa umur 28 hari dan 58,32 MPa umur 56 hari, lebih tinggi dari pada beton normal (tanpa *fly ash*) yaitu 31,05 MPa umur 28 hari dan 50,20 MPa. Pada beton *high volume fly ash* umur 28 hari dan 56 hari dengan perawatan disiram nilai kuat tekannya sebesar 20,85 MPa umur 28 hari dan 45,48 MPa umur 56 hari, dan pada perawatan ditutup karung nilai kuat tekannya sebesar 25,57 MPa umur 28 hari dan 47,28 MPa umur 56 hari. Pengujian kuat tarik belah pada beton *High Volume Fly Ash* umur 56 hari dengan perawatan direndam yaitu 11,793 MPa lebih tinggi daripada beton normal (tanpa *fly ash*) sebesar 10,889 MPa, benton *High Volume Fly Ash curing* siram sebesar 9,022 MPa, *curing* tutup karung 8,148 MPa. Dan dari pengujian serapan air pada beton normal (tanpa *fly ash*) 2,833%, beton HVFA sebesar 2,790%, dengan perawatan siram 3,575%, dan perawatan tutup karung 3,135%. Nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton *high volume fly ash* perawatan direndam lebih tinggi dari pada perawatan disiram dan ditutup karung. Dan daya serap beton *high volume fly ash* dengan perawatan di rendam lebih kecil daripada dengan perawatan disiram dan ditutup karung.

Kata Kunci : Beton Mutu Tinggi, *High Volume Fly Ash*, Kuat Tarik Belah , Kuat Tekan, Serapan air, perawatan

Abstract

Treatment of concrete is a process that aims to keep the concrete is not too rapid loss of water, keeping moisture or concrete. This research was conducted at high volume fly ash concrete with concrete quality planned f'_c 45 MPa, using a mix design method of ACI, the value of the planned slump 10 ± 2 cm. Tests conducted in this study is the compressive strength, tensile strength sides and water uptake. Prior to testing, concrete treated by immersion for 28 days and 56 days, was treated in a manner flush and in closed sacks for 14 days. Results of testing the compressive strength of concrete at 28 days and 56 days with treatment soaked, high-volume fly ash concrete compressive strength value of 31.61 MPa 28 days and 58.32 MPa age of 56 days, higher than the normal concrete (without fly ash) is aged 28 days to 31.05 MPa and 50.20 MPa. At high volume fly ash concrete aged 28 days and 56 days with treatment watered compressive strength value of 20.85 MPa 28 days and 45.48 MPa age of 56 days, and in the treatment of closed sack compressive strength value of 25.57 MPa age 28 day and 47.28 MPa age of 56 days. Testing the tensile strength divided on concrete High Volume Fly Ash age of 56 days with treatment soaked ie 11.793 MPa higher than normal concrete (without fly ash) amounted to 10.889 MPa, benton High Volume Fly Ash curing flush amounted to 9.022 MPa, curing lid sacks 8.148 MPa. And of testing the water uptake in normal concrete (without fly ash) 2.833%, concrete HVFA of 2.790%, 3.575% flush with the care and treatment of closed sacks 3.135%. The compressive strength

and tensile strength sides of high volume fly ash concrete soaked care is higher than in the treatment of flushing and closed sack. And the absorption of high volume fly ash concrete with deep soaking treatment at less than the watered treatments and closed the sack

Keywords: Concrete High Quality, High Volume Fly Ash, Splitting Tensile Strength, Compressive Strength, Water Absorption, Curing.

1. PENDAHULUAN

Beton adalah suatu material konstruksi yang tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan sosial modern. Hampir pada setiap aspek pembangunan, tidak dapat terlepas daripada suatu beton. Sebagai contoh pada suatu pekerjaan pembangunan jalan, gedung, jembatan serta pekerjaan pembangunan yang lain, hampir dari semua pekerjaan struktur ataupun yang lain tentunya terbuat dari beton. (Subakti,1995).

Adanya perkembangan pembangunan infrastruktur yang semakin pesat saat ini, Inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan. Beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi, meliputi kekuatan dan daya tahan, tanpa mengabaikan nilai ekonomis.(Hidayat 2010).

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam (SNI-Pd-T-18-1999-03) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar atau sama dengan f_c 40MPa–80MPa. Upaya untuk mendapatkan beton mutu tinggi yaitu dengan memberikan bahan ganti atau bahan tambah, dari beberapa bahan pengganti dan bahan tambah yang ada diantaranya adalah abu terbang (*Fly Ash*), selain dapat meningkatkan mutu beton, juga dapat mempengaruhi tegangan dan regangan pada beton. Abu terbang *Fly Ash* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara di PLTU. Dikarenakan jumlahnya yang cukup besar, dalam hal ini harus dilakukan pengelolaan dengan baik agar tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan sekitar yang berupa polusi udara, pencemaran lingkungan.(Wardani,2008).

Selain *Fly Ash* juga digunakan bahan tambah *Superplasticizer* jenis Sika *Viscocrete-10*, yaitu bahan tambah yang dapat mempermudah pengerjaan campuran beton (*workability*) untuk diaduk, dituang,diangkut dan dipadakan.

Satu tahapan penting setelah pengecoran beton adalah tahapan perawatan beton (*curing*). Perawatan beton (*curing*) adalah proses yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau menjaga kelembaban dan suhu beton. Kurangnya kelembaban akan membuat mineral semen kurang bereaksi dengan baik untuk menghasilkan karakteristik beton yang dikehendaki. Oleh karena itu menjaga kondisi beton tetap lembab secara kontinyu dilakukan sampai mencapai mutu beton yang dikehendaki. Jika adukan beton

setelah dituang dan dipadatkan, dan tidak dilakukan proses perawatan yang memadai dan hanya dibiarkan terekspos diruang terbuka, maka mutu dan kekuatan beton yang dihasilkan akan berkurang, bahkan bisa mengurangi kekuatan hingga 50% dari nilai rancangan mutu beton. (Peraturan Beton Indonesia 1971)

Perawatan beton yang baik harus dilakukan terutama di umur awal, minggu pertama, sebab bila terjadi penguapan air yang signifikan di umur awal, beton akan mengalami penyusutan, dan hal ini akan menimbulkan tegangan tarik yang dapat menyebabkan retak, Oleh karena itu diperlukan atau direncanakan suatu perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah, selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu. (Solikin, 2016).

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan yaitu “pengaruh perawatan (*curing*) pada beton dengan limbah abu boiler pabrik kelapa sawit sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan perawatan beton dengan substitusi limbah abu boiler terhadap kuat tekan.

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui perbandingan metode perawatan (*curing*) disiram, direndam, dan ditutup karung goni pada beton mutu tinggi yang memanfaatkan teknologi *high volume fly ash concrete (HVFAC)*, dengan menggunakan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan resapan air setelah umur beton mencapai 28 dan 56 hari.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap pelaksanaan, yaitu pertama tahap persiapan alat dan penyediaan bahan, tahap ini merupakan tahap yang meliputi persiapan alat-alat yang dibutuhkan dan penyediaan bahan penyusun beton yang diperlukan.

Kemudian tahap kedua yaitu pemeriksaan bahan, Penyediaan bahan penyusun beton seperti semen, *fly ash*, kerikil, dan pasir. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan bahan campuran beton antara lain yaitu Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar, Pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar, Pemeriksaan kandungan lumpur, Pemeriksaan kandungan organik (*colorimetric test*) pada agregat halus. Untuk semen dan air dilakukan pengujian secara *visual* sedangkan *fly ash* dilakukan pengujian kandungan material.

Selanjutnya tahap ketiga yaitu perencanaan dan pembuatan benda uji. Proporsi bahan-bahan penyusun beton ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis secara ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dalam penelitian ini berdasarkan pada metode ACI (*American Concrete Institute*) dengan f'_c yang direncanakan adalah 45 MPa, nilai *fas* 0,35

dan menggunakan *superplasticizer* 0,4% dari jumlah binder. Benda uji ini dibuat dengan menggunakan cetakan silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, kemudian benda uji silinder berukuran diameter 10 cm dan tinggi 5 cm untuk pengujian serapan air pada beton. Benda uji dibuat dengan mesin pengaduk (*concrete* molen). Sebelum dilakukan pengadukan, semua material yang diperlukan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan desain yang direncanakan, kemudian semua material dimasukkan kedalam mesin pengaduk secara bertahap. Setelah campuran dirasa sudah mencapai kekentalan yang diinginkan dan sudah homogen, maka adukan dituangkan kedalam cetakan secara bertahap dan setelah itu didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya benda uji dilepas dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan pada benda uji dengan cara sebagai berikut :

- Metode *water curing* (perawatan basah): direndam dalam bak perendaman Dilaksanakan berdasarkan SNI. 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium
- Metode perawatan (*curing*) siram : diletakkan di luar ruangan laboratorium dan disiram setiap pagi dan sore.
- Metode perawatan ditutup karung goni : ditutup karung goni Dilaksanakan berdasarkan SNI. 4817-2008, Spesifikasi lembaran bahan penutup untuk perawatan beton

Konsistensi adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump yang didasarkan pada SNI 1972:2008. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Kemudian setelah mencapai umur rencana yang telah ditentukan, maka benda uji dapat dilakukan pengujian.

Tahap berikutnya yaitu tahap keempat untuk pengujian benda uji, pada tahap ini dilakukan pengujian beton yang berupa uji kuat tekan pada umur 28 hari dan 56 hari, uji kuat tarik belah dan serapan air beton pada umur 56 hari dengan prosedur pengujian dan perhitungan mengikuti standar SNI dan ASTM. Jumlah sampel yang dibuat terdapat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Matrik Rincian Benda Uji

Pengujian	Benda uji	Pengujian pada Beton		Variasi Metode Perawatan		
		28 hari	56 hari	Direndam	Disiram	Ditutu karung
Kuat tekan	Ø 15-30			6	6	6
Tarik belah	Ø 15-30			3	3	3
Serapan air	Ø 5-10			3	3	3

Tahap yang terakhir adalah tahap analisa dan pembahasan, dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap empat, selanjutnya dilakukan analisa data yang diambil dari hasil percobaan pembuatan beton. Dari langkah tersebut kemudian diambil kesimpulan dan saran.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk menguji variasi perawatan beton dengan cara direndam, disiram, dan ditutup karung goni. Sebelum dilakukan pengujian benda uji di rawat dengan cara disiram dan ditutup karung selama 14 hari, dan perawatan di rendam selama 28 dan 56 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tekan beton pada umur 28 hari dan 56 hari, kuat tarik belah serta serapan air dilakukan pengujian pada umur 56 hari.

3.1 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus tersebut dapat memenuhi syarat sebagai penyusun beton atau tidak. Hasil yang didapat pada penelitian adalah kandungan organik dengan cara pasir didiamkan selama ± 24 jam dengan campuran NaOH sebesar 3% diperoleh cairan yang berwarna coklat dan termasuk no.3, Hasil pengujian kandungan lumpur pada pasir diperoleh 2,86%, Dari hasil pengujian penyerapan air pada agregat halus diperoleh nilai penyerapan (*Absorpsi*) sebesar 1,63 %. Hasil pemeriksaan modulus halus butir pada pasir didapatkan nilai sebesar 3,325, Untuk pengujian berat jenis SSD diperoleh hasil 2,45, berat jenis semu diperoleh sebesar 2,51 sedangkan hasil dari berat jenis *bulk* kering adalah 2,41. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa agregat halus dapat digunakan sebagai campuran beton, karena sudah memenuhi persyaratan berdasarkan SNI.

3.2 Pengujian Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar yang diambil dari stone crusher PT.Selo Progo Sakti, Klaten dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian berat Jenuh Kering (*Saturated Surface Dry*) didapatkan nilai sebesar 2,35. Pada pengujian berat jenis semu pada agregat kasar dihasilkan 2,36, berat jenis *bulk* didapatkan nilai 2,34. Dari hasil pengujian Penyerapan air pada agregat kasar yang digunakan sebagai campuran pada adukan beton yaitu 0,3 % sedangkan pengujian modulus halus butir diperoleh 7,756, dapat disimpulkan bahwa agregat kasar dapat digunakan sebagai campuran beton karena sudah memenuhi persyaratan berdasarkan SNI.

3.3 Pengujian Fly Ash

Pemeriksaan abu terbang (*fly ash*) ini untuk mengetahui jenis *fly ash* yang di gunakan dalam penelitian, apakah termasuk *fly ash* dalam golongan N, F atau C. Parameter golongan *fly ash* N, F, C, dan hasil pemeriksaannya ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian *Fly Ash*

Parameter	Hasil (%)
<i>Chemical Analysis of Ash</i>	
<i>Silicone Dioxide</i> (SiO_2)	52,02
<i>Aluminium Trioxide</i> (Al_2O_3)	23,08
<i>Iron Trioxide</i> (Fe_2O_3)	11,57
<i>Titanium Trioxide</i> (TiO_2)	0,96
<i>Calcium Oxide</i> (CaO)	3,63
<i>Magnesium Oxide</i> (MgO)	2,92
<i>Pottasium Oxide</i> (K_2O)	2,35
<i>Sodium Oxide</i> (Na_2O)	1,56
<i>Phosphorus Pentoxide</i> (P_2O_5)	0,20
<i>Sulphur Trioxide</i> (SO_2)	1,40
<i>Maganese Dioxide</i> (MnO_2)	0,07

(sumber : hasil pengujian PLTU Tanjung Jati)

Berdasarkan Tabel 4. Hasil pengujian *Fly Ash* diatas dapat diketahui bahwa kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) ialah 86,7 % sehingga *fly ash* ini merupakan *fly ash* kelas F karena batas minimal kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) kelas F ialah lebih dari 70% (ACI 14 *Manual of Concrete Practice*, 1993).

3.4 Proporsi Campuran Beton Mutu Tinggi

Desain campuran (*Mix Design*) pada penelitian ini ialah dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*). Proporsi campuran yang direncanakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Proporsi campuran adukan beton per 1m^3

Kode Benda Uji	Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (liter)	<i>Fly Ash</i> (kg)	SP (liter)
L1	0	512	922	615	195	0	2
K1	50	256	922	615	195	256	2

Keterangan : L1 = Benda Uji Silinder Tanpa *Fly Ash*

K1 = Benda Uji Silinder dengan Kadar *Fly Ash* 50%

Jenis SP = Sika *Viscocrete*-1003

3.5 Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian nilai *slump* dilaksanakan sebelum campuran beton di tuang dalam cetakan. Pengujian nilai *slump* dilakukan untuk mengetahui *workabilitas* adukan beton dari setiap percobaan. Pada penelitian ini nilai *slump* direncanakan untuk masing–masing adukan campuran beton *high volume fly ash (HVFA)* dan beton tanpa campuran *fly ash* penurunan nilai *slump* sebesar ± 10 cm. hasil pengujian nilai *slump*.

Tabel 4. Hasil pengujian nilai *slump*

No	Kode Benda Uji	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	L1	10
2	K1	10

Keterangan :

L1 = Benda Uji Silinder Tanpa *Fly Ash*

K1 = Benda Uji Silinder Menggunakan *Fly Ash* 50%

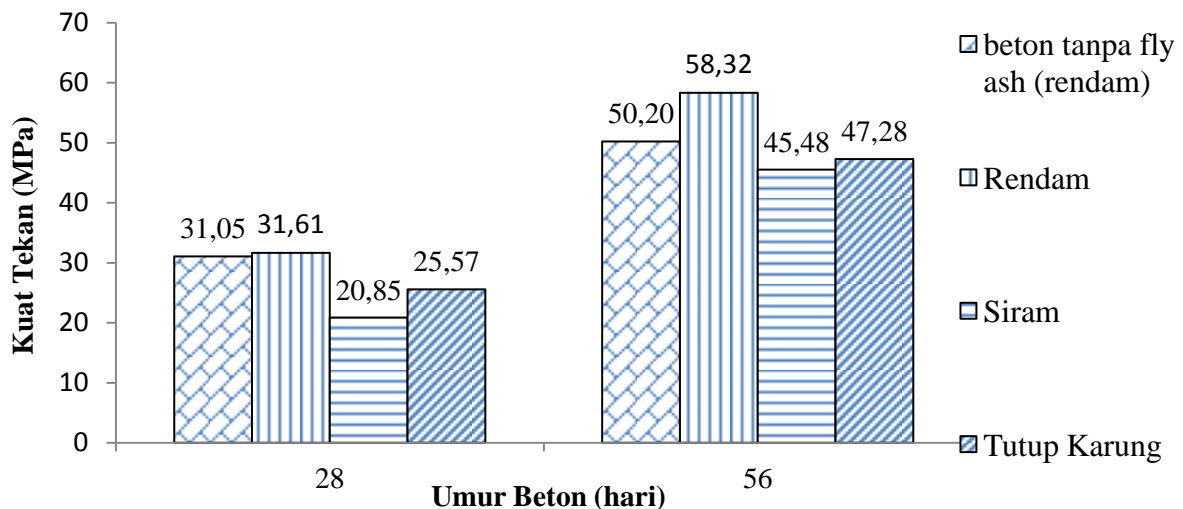
Hasil pengujian *slump* yang di dapat pada penelitian ini, adukan beton yang menggunakan campuran *fly ash* 50% (K1) dan beton tanpa campuran *fly ash* (L1) yaitu 10 cm. Dari hasil pengujian tersebut, campuran beton dengan menggunakan *fly ash* sebesar 50%, secara actual membutuhkan air lebih sedikit, bila dibandingkan tanpa penggunaan *fly ash*. Hal ini sesuai dengan penelitian Ekasanti, dkk (2014) bahwa semakin besar kadar *fly ash*, maka semakin kecil kebutuhan air untuk mencapai *slump* yang direncanakan.

1. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton ini berdasarkan SNI 03-1974-1990, metode pengujian kuat tekan beton. Hasil pengujian kuat tekan beton *high volume fly ash (HVFA)* setelah beton berumur 28 hari dan 56 hari diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5. hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dan 56 hari

Curing	Kode Sampel	kadar fly ash (%)	28 Hari		56 Hari	
			Berat (kg)	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa)	Berat (kg)	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa)
Rendam	L1	0	12325	31.05	12405	50.2
	K1	50	12685	31.61	12565	58.32
Siram			12240	20.85	12235	45.48
Tutup Karung			12370	25.57	12630	47.28



Gambar 1. grafik hasil penelitian kuat tekan beton *high volume fly ash (HVFA)*

Dari hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dan 56 hari dengan perawatan (*curing*) rendam, dapat dilihat bahwa beton *high volume fly ash (HVFA)* kuat tekan rata-ratanya lebih tinggi bila di bandingkan dengan beton normal (tanpa campuran *fly ash*), Hal ini dikarenakan 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 dalam beton. *Fly ash* merupakan bahan tambah yang bersifat aktif bila dicampur dengan kapur atau semen. Penggunaan *fly ash* memperlihatkan dua pengaruh abu terbang di dalam beton yaitu sebagai butiran halus dan sebagai pozzolan. Aswin Budhi Saputro (2008)

Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa perawatan (*curing*) rendam pada beton *high volume fly ash (HVFA)* lebih tinggi dari pada dengan perawatan (*curing*) disiram dan ditutup karung.air. Hal ini dikarenakan air yang hilang selama proses pengecoran ataupun pembongkaran cetakan akan digantikan air dalam perendam benda uji. Sehingga beton tersebut tidak akan mungkin kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses berlangsungnya hidrasi semen. (Pardi Habeahan)

Dalam perawatan ditutup karung beton *high volume fly ash (HVFA)* pada umur beton 28 hari dan 56 hari, nilai kuat tekannya lebih rendah bila dibandingkan dengan beton *high volume fly ash (HVFA)* dengan metode perawatan direndam. Terjadi penurunan tersebut dikarenakan pada Perawatan (*curing*) tutup karung, karung tersebut berfungsi untuk menutup permukaan beton guna menghindari hilangnya air selama masa perawatan, dan berfungsi juga untuk mengurangi naiknya temperatur beton yang permukaannya secara langsung terkena sinar matahari.(SNI 4817-2008). Walaupun sudah menutupi permukaan beton dengan karung, dan membasahi karung setiap pagi dan sore hari. Karung tersebut dalam beberapa saat akan mengering, saat karung tersebut mengering beton kehilangan air untuk proses hidrasi semen, sehingga hidrasi semen dan fungsi *fly ash* sebagai *pozzolan*/pengikat dan sebagai pengisi rongga-rongga dalam beton tidak berjalan dengan baik. Hal ini berpengaruh pada kuat tekan beton tidak bisa maksimal. (Pardi Habeahan)

Pada beton *high volume fly ash (HVFA)* dengan metode perawatan (*curing*) siram nilai kuat tekannya lebih rendah dari kedua perawatan (*curing*) tersebut. Dikarenakan pada *curing* siram permukaan beton secara langsung terkena sinar matahari oleh karena itu air dengan mudah menguap dari beton. Penguapan air ini akan menghambat proses terjadinya hidrasi semen, yang mempengaruhi kuat tekan beton. (Pardi Habeahan)

Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perawatan (*curing*) rendam pada beton *high volume fly ash (HVFA)*, nilai kuat tekan rata-ratanya lebih tinggi dari pada dengan perawatan (*curing*) disiram dan ditutup karung. Hal ini sesuai dengan penelitian (Pardi

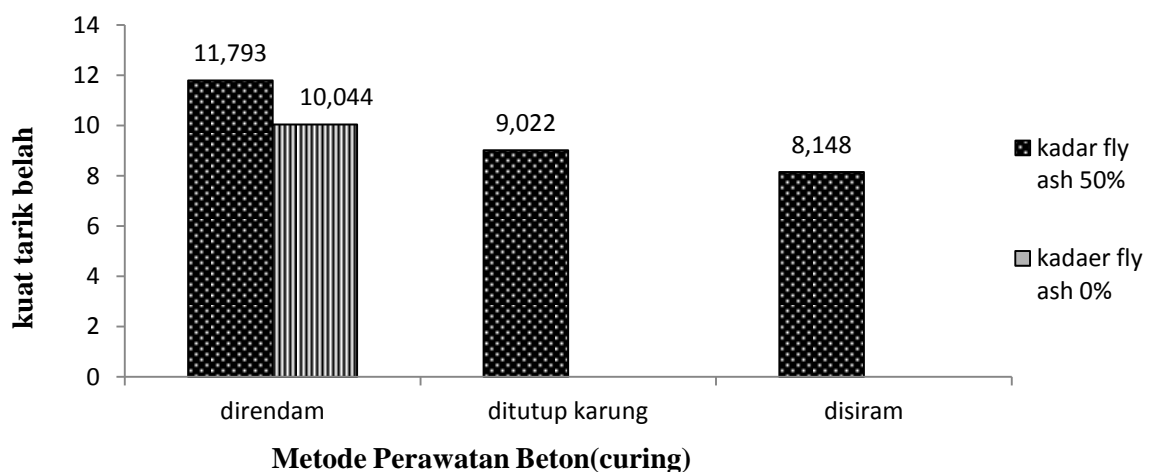
Habeahan) bahwa Secara umum, hasil penelitian menyimpulkan bahwa beton dengan perawatan rendam menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *curing* plastic dan *curing* siram.

2. Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah di lakukan berdasarkan (SNI 03-4431-2002). pada benda uji beton berbentuk silider dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, pada umur benda uji selama 56 hari, setelah dilakukan perawatan beton dengan metode disiram, direndam, dan ditutup karung goni.

Tabel 6. hasil pengujian kuat tarik belah beton.

Kode Sampel	Curing	kadar (%)	Berat (kg)	Rata-rata Kuat Tarik Belah (MPa)
L1	direndam	0	12340	10.044
K1			12170	11.793
K1	ditutup karung	50	12220	9.022
	disiram		11985	8.148



Gambar 2. Grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton

Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton (*HVFFA*) dengan penggunaan *fly ash* 50% pada umur 56 hari, diketahui bahwa kuat tarik belah tertinggi dengan perawatan beton (*curing*) direndam, sebesar 11,793 MPa. Lebih tinggi bila di bandingkan dengan beton normal (tanpa *fly ash*), persentase penurunannya sebesar 17,404%. Pada beton dengan penggunaan *fly ash* 50%, fungsi *fly ash* sebagai filter dan perekat/pengikat dapat berfungsi dengan baik karena adanya air yang cukup untuk hidrasi, sehingga beton *high volume fly ash* tersebut lebih padat dari pada beton normal (tanpa *fly ash*). Hal ini yang mengakibatkan beton *high volume fly ash* nilai kuat tarik belahnya lebih tinggi daripada beton normal (tanpa *fly ash*.)

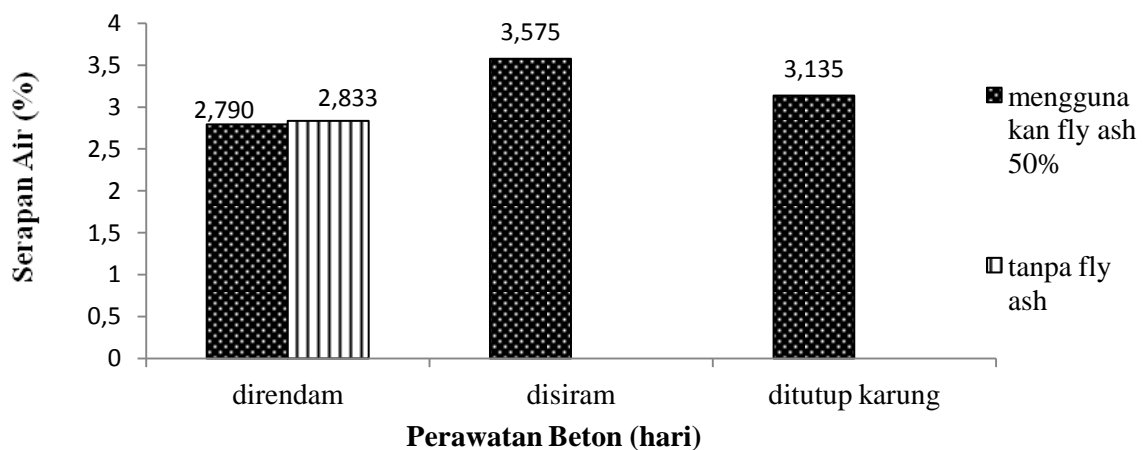
Pada beton *HVFA* dengan perawatan direndam nilai kuat tarik belahnya lebih tinggi dari pada beton *HVFA curing* disiram dengan persentase penurunannya -30,905%. Dan bila dibandingkan dengan *curing* ditutup karung goni yaitu -23,492%. dan beton *HVFA curing* di siram nilai kuat tarik belahnya lebih rendah bila dibandingkan dengan beton *HVFA* dengan perawatan ditutup karung, persentase penurunannya sebesar 10,727%. Dikarenakan pada curing rendam air yang hilang selama proses pengecoran ataupun pembongkaran cetakan akan digantikan air dalam perendam benda uji. Sehingga beton tersebut tidak akan mungkin kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses berlangsungnya hidrasi semen. Sedangkan perawatan disiram dan di tutup karung hanya dapat air setiap pagi dan sore hari, jadi beton tersebut kekurangan untun proses berlangsungnya hidrasi semen.(Pardi Habeahan)

3. Serapan Air Beton

Pengujian serapan air beton dilakukan guna untuk mengetahui besarnya jumlah air yang diserap pada beton (*HVFA*) dengan keadaan kering setelah di vakum. Pengujian serapan air beton (*HVFA*) dengan benda uji berbentuk silider dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 5 cm, pada umur benda uji selama 56 hari setelah dilakukan perawatan beton.

Tabel 7. hasil pengujian serapan air.

Kode Sampel	Curing	Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	Rata-rata Penyerapan air (%)
L1 - 1	Direndam	0	2,833
K1 - 1		50	2,79
K1 - 1	Disiram	50	3,575
K1 - 1	ditutup karung		3,135



Gambar 3. Grafik hasil pengujian serapan air beton

Dari data pengujian serapan air di atas dapat di ketahui bahwa penyerapan air beton dengan jumlah benda uji 3 buah perawatan beton (*curing*) direndam rata-rata penyerapan airnya diketahui persentase sebesar 2,790 %, perawatan beton (*curing*) disiram diketahui

rata-rata penyerapan airnya sebesar 3,535 %, dan perawatan beton (*curing*) ditutup karung goni diketahui rata-rata penyerapan airnya sebesar 3,135 %.

Persentase serapan air rata-rata antara beton tanpa *fly ash* dapat menyerap lebih besar dari pada beton dengan penambahan *fly ash* 50% dengan perawatan beton (*curing*) direndam, hal ini sesuai dengan penelitian andoyo (2006) dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan *fly ash* maka penyerapan airnya semakin kecil.

Tetapi tidak dengan beton penambahan *fly ash* 50% dengan perawatan beton (*curing*) disiram dan ditutup karung goni. Hal ini di sebabkan karena air dengan mudah menguap dari beton. Penguapan ini bisa saja diakibatkan oleh suhu, ataupun tiupan angin. Besarnya penguapan air ini akan menghambat proses terjadinya hidrasi semen. Kurangnya hidrasi semen akan menimbulkan rongga – rongga udara yang menyebabkan meningkatnya daya serap air. (Indrayumansyah, 2001:5).

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang variasi perawatan beton dengan cara direndam, disiram, dan ditutup karung goni dari beton mutu tinggi dengan pemanfaatan *fly ash* sebanyak 50% dan beton tanpa menggunakan *fly ash* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara umum, hasil penelitian menyimpulkan bahwa beton (*HVFA*) dengan perawatan rendam menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perawatan ditutup karung dan disiram. Serta perawatan disiram menghasilkan kuat tekan yang paling rendah dari ketiga macam perawatan (*curing*) yang di teliti. Data perbandingan masing-masing perawatan yang di hasilkan sebagai berikut :
 - a. Persentase penurunan kuat tekan beton *high volume fly ash* pada umur 28 hari dan umur 56 hari dengan perawatan di rendam, beton *high volume fly ash (HVFA)* lebih tinggi bila di dibandingkan dengan beton normal (tanpa *fly ash*) penurunannya yaitu 1,824% dan 16,165% umur 56 hari.
 - b. Nilai kuat tekan rata-rata beton HVFA pada umur beton 28 hari dan 56 hari dengan metode perawatan (*curing*) di rendam yaitu 31,61 MPa dan 58,32 MPa. Bila di bandingkan dengan *curing* siram persentase penurunannya yaitu -34,030% pada umur 28 hari dan -22,006% pada 56 hari. Dan *curing* rendam bila dibandingkan dengan *curing* tutup karung persentase penurunannya sebesar -19,104% pada umur 28 hari, pada umur 56 hari penurunannya sebesar -18,932%. Dan pada *curing* siram bila di bandingkan dengan *curing* tutup karung persentase penurunannya yaitu 22,624% umur 28 hari dan 3,942% umur 56 hari.

2. Persentase kuat tarik belah rata-rata pada umur 56 hari dengan perawatan direndam antara beton tanpa penggunaan *fly ash* lebih kecil bila dibandingkan dengan beton penggunaan *fly ash* 50 % yaitu 17,404%. Pada beton HVFA perawatan beton *curing* direndam lebih tinggi dari pada *curing* disiram dan *curing* ditutup karung yaitu - 30,905% dan -23,942%. Pada beton HVFA curing siram nilai kuat tarik belahnya lebih kecil dari *curing* ditutup karung,yaitu persentase penurunannya sebesar 10,727%.. Dalam pengujian tarik belah ini perawatan beton dengan curing direndam memiliki nilai rata-rata yang tertinggi.
3. Persentase serapan air rata-rata pada beton berumur 56 hari antara beton tanpa *fly ash* menyerap air lebih besar bila dibandingkan dengan beton menggunakan penambahan *fly ash* 50% yaitu 2,83 % dan 2,79 %. Sedangkan pada beton dengan campuran *fly ash* 50 % dengan metode perawatan beton (*curing*) disiram dan ditutup karung nilai rata_rata serapan airnya lebih tinggi dari pada curing di rendam yaitu 3,57 MPa dan 3,135 MPa.

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, disarankan beberapa hal sebagai berikut

1. Benda uji beton sebaiknya mempunyai bidang yang rata agar mendapatkan nilai yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan perawatan beton lebih dari 14 hari pada beton menggunakan kadar *high volume fly ash* dengan perawatan disiram dan ditutup karung sebelum dilakukan pengujian, supaya hasilnya lebih akurat lagi.
3. Dalam penggunaan beton *high volume fly ash* sebaiknya dilakukan dengan perawatan direndam,bila tidak memungkinkan untuk direndam paling tidak beton dirawat dengan menggunakan ditutup karung dan karung tersebut diusahakan selalu basah,agar kuat tekan yang reencanakan bisa tercapai.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada laboratorium PT.Pioner Beton, Kartasura dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 469. *Standart Test Method For Static Modulus of Elastitisitas and paission' Ratio of Concrete in Compression.*
- ASTM C 642-97. *Standart Test Method of Density, Absorption, and Void's in Hardened Concrete.*
- ACI 232.2R-03, 2003, *Use of Fly Ash in Concrete.* Dilaporkan oleh ACI Committee 232, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
- Harryanto, 2008, *Perawatan Beton (curing)*
- 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, T., 2003. *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Nugraha, P., Antoni., 2007, *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- SNI 03-1974-1990, 1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 23-2493-1991. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji beton
- SNI 03-2491-2002. "Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton". Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Solikin, M. dan Susilo. 2016. *Pengaruh pemakaian abu sekam padi sebagai cementitious terhadap perkembangan kuat tekan beton.* Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.