

KUAT TEKAN BETON CAMPURAN GGBFS DAN FLY ASH MENGUNAKAN RETARDER

Anni Susilowati¹, Iqbal Yusra²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy Kampus UI, Depok 16424
¹anni.susilowati@sipil.pnj.ac.id, ²iqbal.yusra.ts16@mhs.pnj.ac.id

Abstrak

Salah satu kebutuhan di dunia konstruksi adalah pengecoran dalam volume besar yang membutuhkan beton dengan panas hidrasi rendah, dan salah satu permasalahannya adalah beton mengalami setting pada saat pengantrian pengecoran. Oleh karena itu, dilakukan penelitian penambahan *retarder* pada beton dengan campuran GGBFS dan *Fly Ash*. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik pada beton, pengaruh penambahan *retarder*, serta mendapatkan kadar optimum *retarder*.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental membuat benda uji beton campuran Semen 75% : GGBFS 15% : *Fly Ash* 10% dengan fas awal sebesar 0,5 menggunakan *mix design* SNI-03-28342000. Variasi *retarder* yang ditambahkan ke dalam campuran beton yaitu 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6% dari berat semen dengan jenis Naptha RD 31. Analisa pengaruh *retarder* menggunakan metode statistik uji regresi pada SPSS.

Hasil penelitian waktu ikat awal terlama pada penelitian ini sebesar 1890 menit pada variasi 0,6% dengan slump 168 mm. Kuat tekan pada beton naik sebesar 12,07% - 52,36% dengan menggunakan bahan tambah *retarder*. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar optimum penggunaan *retarder* pada beton campuran GGBFS dan *Fly Ash* sebesar 0,2% karena memiliki sifat fisik dan mekanik paling baik.

Kata kunci: *Fly Ash*, GGBFS, Kuat Tekan, *Retarder*

Abstract

One of the world's construction needs is casting in large volumes that require concrete with low hydration heat, and one of the problems is that the concrete has a setting during the casting queue. Therefore, a research was conducted on adding retarder to concrete with a mixture of GGBFS and Fly Ash. The purpose of this research was to analyze the physical and mechanical properties of concrete, the effect of adding retarder and obtain optimal retarder levels.

This research used an experimental methods to make concrete specimens of 75% cement mix: GGBFS 15%: Fly Ash 10% with a water cement ratio of 0.5 using mix design SNI-03-2834-2000. Variations of the retarder added to the concrete mixture were 0%, 0.2%, 0.4%, and 0.6% by weight of cement with the Naptha RD 31 type. Analysis of the effect of the retarder used statistical regression test methods on SPSS.

The results of research obtained the longest setting time in this research was 1890 minutes at a variation of 0.6% with a slump of 168 mm. The compressive strength of the concrete increased by 12.07% - 52.36% by using a retarder added material. Based on the research results, it was obtained that the optimum level of use of retarder in mixed concrete GGBFS and Fly Ash was 0.2% because it has the best physical and mechanical properties.

Keywords: *Fly Ash*, GGBFS, Compressive Strength, *Retarder*

Pendahuluan

Perkembangan konstruksi di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat. Dalam catatan

BCI Asia, nilai konstruksi bangunan pada tahun 2020 menjadi titik tertinggi dalam rentang lima tahun terakhir, dengan pertumbuhan konstruksi

bangunan gedung 13%. Sejalan dengan nilai konstruksi, kebutuhan bahan bangunan menjadi melonjak sehingga dibutuhkan inovasi pada material dasarnya, terutama semen. Dalam 10 tahun terakhir telah banyak dilakukan penelitian mengenai bahan tambah maupun bahan pengganti semen, salah satunya yaitu *ground granulated blast furnace slag* (GGBFS). Penelitian yang dilakukan oleh (Prayogo, 2019) penggunaan GGBFS dan *Fly Ash* sebagai substitusi sebagian semen pada beton menghasilkan kuat tekan tertinggi pada tahap akhir (28 hari) sebesar 32,06 MPa.

GGBFS memiliki panas lebih rendah dari hidrasi semen pada umumnya (Anshar dkk, 2018). Hal ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan campuran pengecoran beton dalam skala besar (mass concrete) untuk menghindari retak termal. Retak termal adalah retak yang terjadi akibat perbedaan suhu yang cukup tinggi antara permukaan dengan inti beton (Setiawan dan Supartono, 2018). Perbedaan suhu antara permukaan beton dengan inti beton tidak boleh melebihi 20°C dan suhu maksimum yang boleh diterima beton adalah 70°C (*American Concrete Insitute* Vol.94 No.2.1997). Dalam hal lain beton sering kali mengalami *setting* dalam waktu yang singkat pada saat pengantrian pengecoran atau sebelum sampai pada tempat penuangan beton. Suhu yang tinggi di Indonesia serta jarak yang jauh dari *batching plant* (tempat *readymix concrete* dibuat) dengan lokasi proyek menjadi kendala untuk mendapatkan *readymix concrete* yang baik dan sesuai syarat ketika tiba di lokasi proyek. Oleh karena itu, untuk memperlambat waktu ikat beton, diperlukan bahan tambah berupa *retarder* yang dapat menghasilkan beton *readymix* yang mampu mempertahankan mutu sesuai rancangan. *Retarder* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan pada beton.

Hasil penelitian (Nurfitriani dan Wibawa, 2019) beton dengan campuran *retarder* menghasilkan kekuatan tahap akhir yang lebih besar serta persentase *retarder* yang menghasilkan sifat-sifat beton paling baik dicapai pada kadar 0,6%.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai pengaruh *retarder* pada beton dengan campuran GGBFS dan *Fly Ash* untuk menganalisis sifat fisik maupun mekanik beton serta mendapatkan presentase optimum *retarder*.

GGBFS

Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) adalah produk sampingan dari pengolahan besi yang memiliki kandungan kalsium dan silika tinggi (Topcu, 2013). GGBFS memiliki komposisi kimia mirip dengan kandungan pada semen portland, sehingga dapat menggantikan fungsi Semen Portland pada rentang yang luas dengan rasio perbandingan massa tertentu (K Krakatau Semen Indonesia, n.d.). Unsur pembentuk GGBFS adalah kapur, silika, dan alumina yang memiliki komposisi kimia tidak berbeda dengan bahan mineral alami termasuk bahan hidrasi seperti Semen Portland. GGBFS adalah pozzolan yang sangat reaktif. Jika tercampur dengan air akan bereaksi dengan calcium hidrooksida untuk mendapatkan kestabilan, tidak larut hidrat semen. Bahan pozzolan ini mengurangi permeabilitas dan porositas dari pasta semen, membuat itu semakin kuat dan tahan lama.

Retarder

Bahan campuran tambahan (*admixture*) adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu. Pada penelitian ini digunakan *admixture* tipe D yaitu *Retarder Water Reducer*.

Retarder and Water Reducing Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda untuk menghambat waktu pengikatan dan mengurangi jumlah air pada beton. Penggunaan untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya dengan kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu pemadatan untuk menghindari *cold joint* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

Cara kerja *retarder* dalam memperlambat waktu ikat awal adalah dengan memecah senyawa residu hasil reaksi hidrasi semen berupa Ca(OH)_2 atau yang biasa disebut kalsium hidroksida menjadi OH dan garam Ca. *Retarder* akan membungkus butir semen dengan OH sehingga memperlambat reaksi awal dari hidrasinya. Terbentuknya garam Ca dalam air mengurangi konsentrasi ion Ca dan memperlambat kristalisasi selama fase hidrasi (Sabrina et al, 2017).

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (manuahe et al, 2014). Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

- f'c = Kuat Tekan Beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

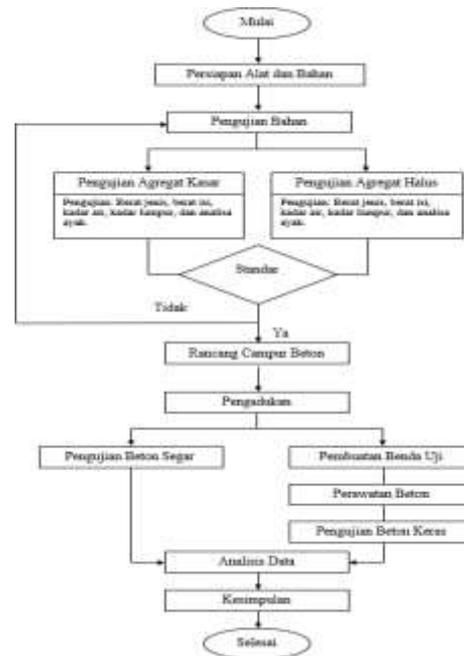
Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Agregat kasar butir maks 40 mm
- b. Agregat halus pasir Bangka
- c. Semen OPC Tipe I
- d. GGBFS
- e. *Fly Ash*
- f. Retarder Naptha RD 31 (*Admixture* tipe D)
- g. Air pada Laboratorium Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental dengan membuat benda uji beton normal dengan fas awal sebesar 0,5. Benda uji yang dibuat berupa silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang digunakan untuk meneliti kuat tekan [9]. Benda uji digunakan beton campuran 75% semen : 15% GGBFS : 10% fly ash, dengan variasi *retarder* 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6% dari berat semen. Variasi yang menggunakan *retarder* mengurangi kebutuhan air sebanyak 10%.

Analisis data dilakukan dengan *software* SPSS untuk mengetahui hubungan antar variabel. Metode yang digunakan adalah uji regresi linear dan regresi non linear *quadratic*. Prosedur penelitian digambarkan dengan diagram alir pada **Gambar 1**. sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

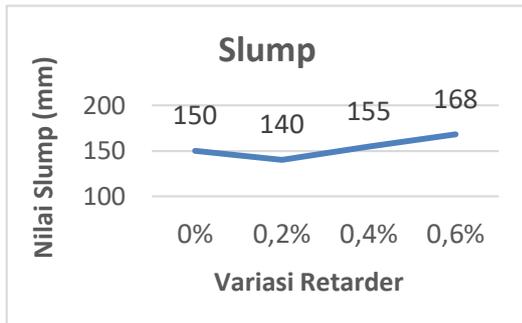
Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian agregat diperoleh hasil pengujian pada **Tabel 1**. sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat

Sifat Bahan	Satuan	Agregat Kasar	Agregat Halus
Berat Jenis		2,36	2,60
Berat Jenis SSD		2,47	2,62
Penyerapan Air	%	4,84	0,79
Berat Isi Padat	kg/m ³	1485,1	1533,8
Berat Isi Lepas	kg/m ³	1330	1524,98
Voids Padat	%	36,931	40,84
Voids Lepas	%	43,518	41,18
Kadar Air	%	1,64	5,16
Kadar Lumpur	%	0,93	1,32
Analisa Ayak	mm	40	Zona 2
<i>Fineness Modulus</i> (FM)		7,46	2,71

1. Pengujian *Slump*



Gambar 2. Nilai *Slump*

Berdasarkan Gambar 2. diketahui bahwa nilai *slump* pada variasi tanpa retarder sebesar 150 mm. Penambahan *retarder* 0,2% menurunkan nilai *slump* sebesar 6,67% menjadi 140 mm. Hal ini dikarenakan variasi penambahan *retarder* mengurangi air sebanyak 10%. Namun *slump* mengalami kenaikan pada penambahan *retarder* 0,4% sebesar 3,33% menjadi 155 mm dan 0,6% sebesar 12% menjadi 168 mm.

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *retarder* terhadap nilai *slump*, akan dilanjutkan dengan analisis regresi nonlinear *quadratic* pada software SPSS.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,954	,910	,731	6,037

The independent variable is Variasi Retarder.

Gambar 3. Model Summary *Slump*

Berdasarkan Gambar 3. penggunaan variasi *retarder* berpengaruh kuat terhadap *slump*. Hal ini dapat terlihat dari nilai R square sebesar 0,91 yang menunjukkan bahwa variasi *retarder* berpengaruh sebesar 91% terhadap nilai *slump*.

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	370,300	2	185,150	5,000	,299
Residual	36,450	1	36,450		
Total	406,750	3			

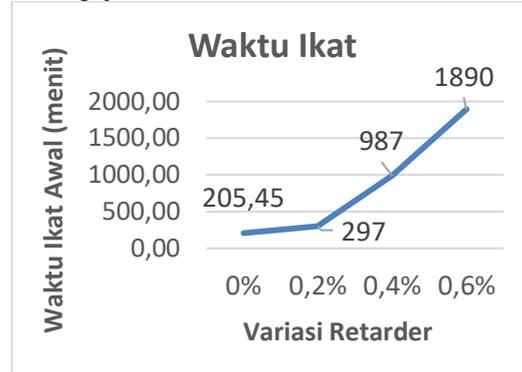
The independent variable is Variasi Retarder.

Gambar 4. Anova *Slump*

Berdasarkan Gambar 4. diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,299. Nilai tersebut > 0,05, menunjukkan bahwa variasi *retarder*

berpengaruh tetapi tidak secara signifikan terhadap nilai *slump*.

2. Pengujian Waktu Ikat



Gambar 5. Nilai Waktu Ikat

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan grafik waktu ikat yang linear yaitu semakin banyak kadar/jumlah *retarder* yang ditambahkan ke dalam campuran beton, maka semakin lama waktu ikatnya. Beton tanpa campuran *retarder* mengalami waktu ikat awal pada 205,45 menit. Beton dengan variasi *retarder* 0,2%, 0,4%, 0,6% mengalami kenaikan berturut-turut pada waktu ikat terhadap beton variasi 0% sebesar 44,56%, 380,41%, dan 819,93%.

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *retarder* terhadap waktu ikat, akan dilanjutkan dengan analisis regresi linear sederhana pada software SPSS.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,952 ^a	,906	,858	293,29282

a. Predictors: (Constant), Variasi Retarder

Gambar 6. Model Summary Waktu Ikat

Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan penggunaan variasi *retarder* berpengaruh kuat terhadap waktu ikat beton. Hal ini dapat terlihat dari nilai R square sebesar 0,906, yang berarti bahwa penggunaan *retarder* berpengaruh sebesar 90,6% terhadap waktu ikat.

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	1649475,766	1	1649475,766	18,175	,048 ^b
	Residual	172941,381	2	86020,680		
	Total	1821517,127	3			

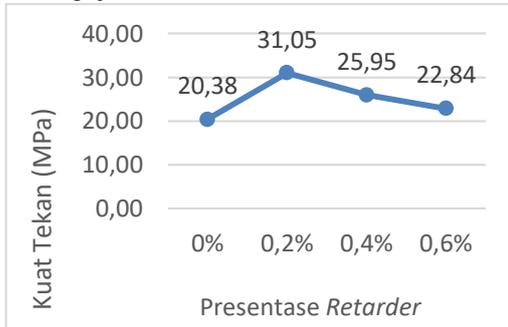
a. Dependent Variable: Waktu Ikat

b. Predictors: (Constant), Variasi Retarder

Gambar 7. Anova Waktu Ikat

Berdasarkan **Gambar 7**, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,048. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, menunjukkan bahwa variasi *retarder* berpengaruh secara signifikan terhadap waktu ikat.

3. Pengujian Kuat Tekan (28 hari)



Gambar 8. Nilai Kuat Tekan 28 Hari

Berdasarkan **Gambar 8**, Nilai kuat tekan beton tertinggi pada umur 28 hari terdapat pada variasi 0,2% yaitu 31,05 MPa. Sementara pada variasi 0,4% dan 0,6%, kuat tekan mengalami kenaikan sebesar 27,33% dan 12,07% terhadap beton tanpa bahan tambah *retarder*. Pada umur 28 hari, beton dengan bahan tambah *retarder* kekuatannya lebih besar dibandingkan beton tanpa *retarder* (Maricarr et al, 2013).

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *retarder* terhadap kuat tekan beton umur 28 hari dilanjutkan dengan analisis regresi nonlinear *quadratic* pada software SPSS.

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,867	,752	,255	3,971

The independent variable is Variasi Retarder.

Gambar 9. Model Summary Kuat Tekan 28 Hari

Berdasarkan **Gambar 9**, menunjukkan bahwa penggunaan variasi *retarder* cukup berpengaruh terhadap kuat tekan umur 28 hari. Hal ini dapat dilihat dari nilai R square sebesar 0,752, yang berarti bahwa variasi *retarder* berpengaruh sebesar 75,2% terhadap kuat tekan umur 28 hari.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	47,732	2	23,866	1,513	,498
Residual	15,771	1	15,771		
Total	63,503	3			

The independent variable is Variasi Retarder.

Gambar 10. Anova Kuat Tekan 28 Hari

Berdasarkan **Gambar 10**, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,498 yang masih lebih besar dibandingkan 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa variasi *retarder* berpengaruh tetapi tidak secara signifikan terhadap kuat tekan umur 28 hari.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada kajian penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan tambah *retarder* menurunkan slump sebesar 6,67% pada variasi 0,2%, kemudian nilai slump meningkat seiring dengan penambahan *retarder*. Pada variasi 0,4% dan 0,6% nilai slump bertambah sebesar 3,33% dan 12%.
2. Untuk pengujian waktu ikat awal beton, terjadi perlambatan setting pada variasi 0,2%, 0,4%, 0,6% berturut-turut sebesar 44,56%, 380,41%, dan 819,93% terhadap waktu ikat awal beton tanpa *retarder*.
3. Penggunaan bahan tambah *retarder* pada beton umur 28 hari dapat meningkatkan nilai kuat tekan 12,07% - 52,36%.
4. Didapatkan kadar optimum *retarder* pada beton campuran GGBFS dan *Fly Ash* yaitu 0,2% karena memiliki hasil sifat fisik dan mekanik beton yang paling baik.

Saran

Berdasarkan dari kesimpulan kajian penelitian ini, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian beton pada umur yang lebih dari 28 hari, dikarenakan GGBFS dan *Fly Ash* serta bahan tambah *retarder* menghasilkan kekuatan maksimum yang lebih lama.
2. Tidak menggunakan variasi *retarder* lebih dari 0,6% dikarenakan terlalu lamanya waktu ikat

Daftar Rujukan

Topcu, I.B. (2013). "High Volume Ground Granulated Blast Furnace Slag Concrete." *Eco-Efficient Concrete*, 218–40. <https://doi.org/10.1553/9780857098993.2.2> 18.

Krakatau Semen Indonesia, PT. n.d. "Ground Granulated Blast Furnace Slag." <http://krakatausemenindonesia.com/blastfu rnaceslag>.

- Prayogo, A. (2019). "*GGBFS Dan Fly Ash Sebagai Substitusi Sebagian Semen Pada Beton,*" Politeknik Negeri Jakarta.
- Anshar, Dkk. (2018) "*Panas Hidrasi Beton Massa yang Menggunakan Semen Portland Komposit,*" Universitas Hasanudin
- B. Setiawan and F.X. Supartono. (2018). "*Analisis Heat Transfer pada Beton Massa Menggunakan OPC Tipe I dalam Hubungan dengan Cara Curing.*" Universitas Tarumanagara.
- American Concrete Insitute (ACI) .224.1.R937, ACI.Jurnal Vol. 94. No. 2.1997,ACI 207 & ACI 305
- Sabrina, et al. (2017). "*Kajian Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Retarder Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri Dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.*" Universitas Sebelas Maret.
- Nurfitriani, N. & Wibawa, T. (2019). "*Kualitas Beton Normal Dengan Penambahan Retarder.*" Politeknik Negeri Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 1974-2011 "*Cara Uji Kuat Beton Dengan Benda Uji Silinder.*" Jakarta:BSN
- Maricarr, S., Tatong, B., & Hasan, H. (2013). "*Pengaruh Bahan Tambah Plastiment Vz terhadap Sifat Beton.*" Universitas Tadulako.