

# KAJIAN PENGARUH PENGGUNAAN VARIASI *RETARDEX* CAIR SEBAGAI *RETARDER* BETON TERHADAP WAKTU IKAT BETON

Wibowo, Endah Safitri, Angela Ayu Putri

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp. 0271-634524

Email : [wibowo68@staff.uns.ac.id](mailto:wibowo68@staff.uns.ac.id)

## Abstract

The development of construction can be supported by the development of materials used, such as concrete. The distribution time of ready-mix concrete to the casting location will affect the workability of the concrete so that a retarder admixture is needed to slow down the concrete setting time. This research aims to study the effect of adding various dosages of liquid Retardex to the concrete setting time. The used dosages of liquid Retardex were 0%; 0.20%; 0.25%; 0.30%; 0.35%; 0.40%; 0.45%; and 0.50% of cement weight. The setting time specimens were made using mortar poured into a cube mould with a size of 20 cm × 20 cm × 20 cm and a minimum specimen height of 14 cm, and were penetrated using a penetrometer. Based on the research results, the use of liquid Retardex can slow down the concrete setting time. The use of liquid Retardex with dosages of 0.35%, 0.40%, 0.45%, and 0.50% of cement weight can be categorized as Type B, Type D, and Type G admixtures because they meet the concrete setting time parameters as a retarder admixture according to ASTM C 494/494 M. Therefore, liquid Retardex can be used as a retarder admixture in concrete production.

**Keywords:** admixture, concrete, liquid retarder, retarder, setting time

## Abstrak

Perkembangan di bidang konstruksi dapat didukung dengan perkembangan material yang digunakan, salah satunya beton. Waktu distribusi pada beton *ready-mix* akan berpengaruh pada workabilitas beton sehingga diperlukan *retarder* untuk memperlambat waktu ikat beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan variasi kadar *Retardex* cair terhadap waktu ikat beton. Kadar *Retardex* cair yang digunakan adalah 0%; 0,20%; 0,25%; 0,30%; 0,35%; 0,40%; 0,45%; dan 0,50% berat semen. Benda uji waktu ikat beton menggunakan mortar yang dituang ke dalam cetakan kubus berukuran 20 cm × 20 cm × 20 cm dengan ketinggian benda uji minimal 14 cm dan dilakukan penetrasi dengan alat penetrometer. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan *Retardex* cair dapat memperlambat waktu ikat beton. Penggunaan *Retardex* cair dengan kadar 0,35%, 0,40%, 0,45%, dan 0,50% berat semen dapat dikategorikan sebagai bahan tambah Tipe B, Tipe D, dan Tipe G karena memenuhi parameter waktu ikat beton sebagai *retarder* sesuai ASTM C 494/494 M sehingga *Retardex* cair dapat digunakan sebagai *retarder* pada pembuatan beton.

**Kata Kunci :** bahan tambah, beton, *retarder*, *retardex* cair, waktu ikat

## PENDAHULUAN

Perkembangan pesat di bidang konstruksi didukung dengan perkembangan material yang digunakan, salah satunya beton. Beton merupakan bahan komposit yang tersusun dari material semen, agregat, air, dan bahan tambah (jika diperlukan) dengan perbandingan tertentu (Hepiyanto dan Firdaus, 2019). Terdapat dua jenis beton, yaitu beton pracetak (*precast*) dan beton cor (*cast in site*) (Zakaria, 2019). Beton *precast* merupakan pembuatan beton yang dicetak terlebih dahulu (*off site fabrication*) sebelum disusun dan dipasang di lokasi proyek (Nurmaidah dan Cristiani, 2018). Beton cor merupakan beton yang dapat dibuat di lokasi proyek maupun di *batching plant* (tempat pembuatan beton *ready-mix*) dalam bentuk beton segar, kemudian dilakukan penuangan pada lokasi pengecoran.

Beton *ready-mix* dari *batching plant* akan didistribusikan ke lokasi proyek sehingga memerlukan waktu distribusi yang dapat menyebabkan perubahan sifat pada beton segar saat tiba di lokasi proyek (Nurfitriani et al., 2019). Lamanya waktu distribusi dapat menyebabkan berkurangnya workabilitas beton segar yang ditandai dengan menurunnya nilai *slump*. Penurunan workabilitas beton ini disebabkan karena terjadinya reaksi pada semen dan air yang menyebabkan beton mengeras seiring dengan pertambahan waktu (Saifuddin et al., 2014).

Menurut (Mulyono, 2004), peningkatan penggunaan beton sebagai material konstruksi menimbulkan kebutuhan pengerasan beton segar yang lebih lama untuk distribusi maupun jenis konstruksi tertentu, seperti pada penulangan yang rapat atau pengecoran dengan volume yang besar. Penggunaan penulangan yang rapat memerlukan waktu lebih lama untuk pemadatan, sedangkan volume yang besar memerlukan waktu lebih lama untuk mengisi seluruh ruang pengecoran. Beton segar dengan waktu pengerasan yang lebih lama diperlukan untuk menghindari terjadinya

*cold joint*, yaitu beton segar yang mengeras terlebih dahulu saat masih dalam proses penuangan atau pemadatan untuk menjadi beton tunggal (Desmi, 2017). Bahan tambah yang dapat memperlambat pengerasan beton diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan pengerjaan beton (Purnomo et al., 2018).

Waktu ikat (*setting time*) beton merupakan waktu terjadinya reaksi kimia setelah penambahan air pencampur yang menghasilkan peningkatan kekakuan campuran secara bertahap (ASTM C 125-15a, 2013). Terdapat dua kondisi waktu ikat beton, yaitu waktu ikat awal (*initial setting time*) dan waktu ikat akhir (*final setting time*). *Initial set* adalah kondisi campuran pasta semen mulai memiliki kekakuan yang ditandai dengan penurunan plastisitas pasta semen. Kekuatan dan kekakuan pasta semen meningkat seiring bertambahnya waktu hingga mencapai kepadatan utuh sebagai pengikatan akhir (*final set*) (Setiawati et al., 2021).

*Retarder* merupakan bahan tambah yang dapat memperlambat waktu ikat beton dan menjaga *workability* beton dalam jangka waktu yang lebih lama. Menurut “Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*) dalam Beton” (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015), *retarder* bekerja dengan melapisi butiran semen  $C_3S$  (tri kalsium silikat) untuk memperlambat reaksi antara semen dan air pencampur. Hal ini dapat menunda proses hidrasi semen dan menurunkan panas hidrasi semen yang memicu terjadinya pengerasan pada campuran semen dan air.

Tetes tebu (molase) adalah produk samping produksi gula dari tebu yang masih memiliki kandungan gula. Molase dapat digunakan sebagai bahan baku produksi etanol (Gunawan, 2021). *Retardex* cair merupakan produk samping olahan molase menjadi etanol yang difermentasi dan diberi *treatment* khusus sehingga masih memiliki kandungan gula. Bahan utama penyusun *retarder* salah satunya adalah gula (Rajela, 2019). Senyawa gula dapat ditemukan pada molase sehingga bahan tambah *Retardex* cair diprediksi dapat digunakan sebagai *retarder* pada beton.

Berdasarkan Laporan Pengkajian Penggunaan Bahan Tambah dalam Campuran Beton Semen (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, 1991), kadar efektif penggunaan *retarder* pada beton berkisar antara 0,25% berat semen hingga 0,35% berat semen. Menurut Ardiansyah, M. (2005), penggunaan gula pada beton dapat meningkatkan kelecakan adukan beton, menunda waktu ikat awal (*initial setting time*) beton, dan meningkatkan kuat tekan beton. Penambahan gula dengan variasi kadar 0,05%, 0,10%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,30%, 0,35%, dan 0,40% berat semen, diperoleh peningkatan kuat tekan beton maksimum pada penggunaan kadar gula sebesar 0,20% berat semen, yaitu sebesar 15,06% terhadap kuat tekan beton tanpa tambahan gula.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rajela (2019), digunakan gula dengan variasi kadar 0,1%, 0,2%, dan 0,3% pada beton untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *initial setting time* dan kuat tekan beton. *Initial setting time* beton mengalami perlambatan seiring dengan peningkatan kadar gula yang digunakan. Adapun peningkatan kuat tekan beton maksimum diperoleh pada penggunaan gula 0,3% berat semen, yaitu sebesar 6,86% terhadap kuat tekan beton tanpa tambahan gula.

Menurut ASTM C494/C494 M (2013), terdapat tiga jenis bahan tambah *retarder*, yaitu Tipe B *Retarding Admixtures*, Tipe D *Water-reducing and Retarding Admixtures*, dan Tipe G *Water-reducing, High Range, and Retarding Admixtures*. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengelompokkan bahan tambah ke dalam kategori tersebut adalah waktu ikat (*setting time*) beton sehingga dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan *Retardex* cair dengan variasi kadar 0%; 0,20%; 0,25%; 0,30%; 0,35%; 0,40%; 0,45%; dan 0,50% berat semen terhadap waktu ikat beton.

## METODE

Metode kuantitatif eksperimental dengan pengujian di laboratorium digunakan pada penelitian ini. Benda uji *setting time* beton menggunakan mortar dari beton segar yang disaring dengan ayakan berukuran 4,75 mm. Mortar kemudian ditempatkan pada cetakan kubus baja berukuran 20 cm × 20 cm × 20 cm dengan ketinggian sampel minimal 14 cm. Terdapat delapan variasi yang digunakan pada penelitian ini, yaitu tujuh variasi dengan penambahan kadar *Retardex* cair sebesar 0,20%; 0,25%; 0,30%; 0,35%; 0,40%; 0,45%; dan 0,50% berat semen dan satu variasi tanpa penambahan *Retardex* cair sebagai pembanding (beton kontrol). Sampel yang digunakan berjumlah satu untuk masing-masing variasi. Adapun pengujian *setting time* beton mengacu pada SNI ASTM C403/C403M:2012 mengenai “Metode Uji Waktu Pengikatan Campuran Beton dengan Ketahanan Penetrasi”, yaitu dengan melakukan

penetrasi mortar menggunakan alat penetrometer. Penetrasi mortar dilakukan pada interval waktu tertentu hingga mencapai *final setting time* beton.

### Mix Design

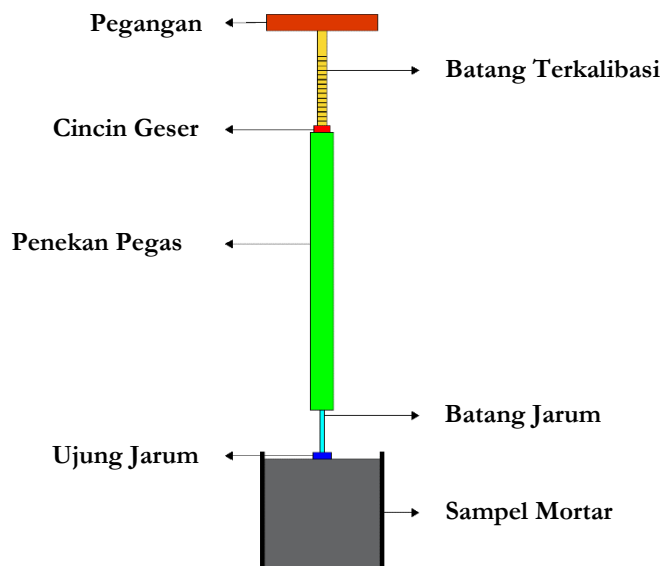
Pembuatan *mix design* (rancang campuran) beton normal dengan penambahan variasi kadar *Retardex* cair dalam penelitian ini menggunakan SNI 7656:2012 mengenai “Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa”. Variasi kadar *Retardex* cair yang digunakan, yaitu 0%; 0,20%; 0,25%; 0,30%; 0,35%; 0,40%; 0,45%; dan 0,50% terhadap berat semen. Beton segar yang dibuat menggunakan *mix design* pada penelitian ini akan disaring dengan ayakan berukuran 4,75 mm untuk menghasilkan mortar sebagai benda uji *setting time* beton. Adapun rekapitulasi *mix design* beton dengan variasi kadar *Retardex* cair disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi *mix design* beton dengan variasi kadar *Retardex* cair

Kadar <i>Retardex</i> Cair terhadap Berat Semen	Kebutuhan Bahan Penyusun untuk Tiap 1 m <sup>3</sup> Beton				
	Air (liter)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	<i>Retardex</i> Cair (kg)
0%	205	410,26	760,52	940,19	0
0,20%	205	410,26	760,52	940,19	0,82
0,25%	205	410,26	760,52	940,19	1,03
0,30%	205	410,26	760,52	940,19	1,23
0,35%	205	410,26	760,52	940,19	1,44
0,40%	205	410,26	760,52	940,19	1,64
0,45%	205	410,26	760,52	940,19	1,85
0,50%	205	410,26	760,52	940,19	2,05

### Pengujian *Setting Time* Beton

Pengujian *setting time* beton dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah terhadap waktu pengikatan beton. Pengujian ini mengacu pada SNI ASTM C403/C403M:2012 mengenai “Metode Uji Waktu Pengikatan Campuran Beton dengan Ketahanan Penetrasi”. Pengujian *setting time* beton dilakukan dengan mengukur ketahanan penetrasi pada mortar yang mewakili interval waktu tertentu menggunakan alat penetrometer seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *Set up* pengujian *setting time* beton

Mortar diperoleh dengan cara menyaring beton segar menggunakan ayakan berukuran 4,75 mm. Mortar kemudian dituangkan ke dalam cetakan kubus berukuran 20 cm × 20 cm × 20 cm dengan ketinggian sampel minimal 14 cm. Penetrasi mortar menggunakan jarum standar dilakukan dengan interval waktu 30 menit atau menyesuaikan kebutuhan hingga mencapai *final setting time*. Perhitungan waktu pengikatan dilakukan dengan membuat grafik waktu tempuh dalam satuan menit terhadap nilai ketahanan penetrasi dalam satuan psi. Waktu pengikatan awal (*initial*

*setting time*) diperoleh pada nilai ketahanan penetrasi 3,5 MPa (500 psi) dan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) diperoleh pada nilai ketahanan penetrasi 27,6 MPa (4000 psi).

### Persyaratan Fisik Tipe Bahan Tambah

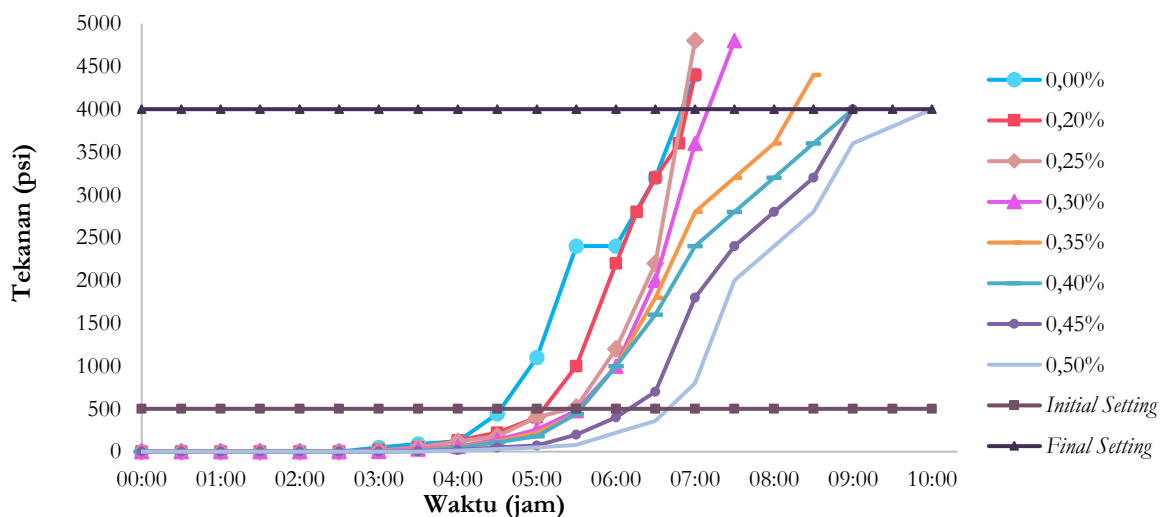
Berdasarkan ASTM C 494/C 494M, terdapat tiga jenis *retarder*, yaitu bahan tambah Tipe B *Retarding Admixture*, Tipe D *Water-reducing and Retarding Admixtures*, dan Tipe G *Water-reducing, High Range, and Retarding Admixtures*. Adapun persyaratan pada parameter waktu ikat (*setting time*) beton untuk diklasifikasikan ke dalam tipe bahan tambah *retarder* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan waktu ikat beton menurut ASTM C 494/C 494 M

Parameter	Type B (Retarding Admixture)	Type D (Water-reducing and Retarding Admixtures)	Type G (Water-reducing, High Range, and Retarding Admixtures)
Waktu ikat beton, perbedaan nilai dengan beton kontrol, jam			
<i>Initial set:</i>			
Minimal	1:00 lebih lama	1:00 lebih lama	1:00 lebih lama
Maksimal	3:30 lebih lama	3:30 lebih lama	3:30 lebih lama
<i>Final set:</i>			
Minimal	-	-	-
Maksimal	3:30 lebih lama	3:30 lebih lama	3:30 lebih lama

### HASIL DAN PEMBAHASAN

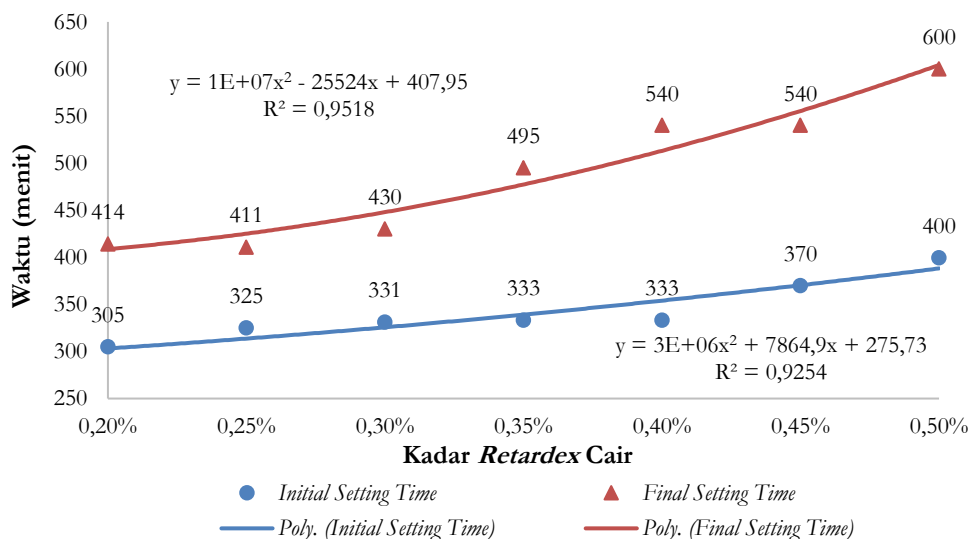
Hasil pengujian *setting time* beton dengan variasi kadar *Retardex* cair berupa grafik hubungan waktu tempuh terhadap nilai ketahanan penetrasi yang disajikan pada **Gambar 2**. Berdasarkan **Gambar 2**, diperoleh nilai *initial setting time* beton, yaitu pada ketahanan penetrasi 500 psi, dan *final setting time* beton, yaitu pada ketahanan penetrasi 4000 psi. Adapun rekapitulasi hasil pengujian *setting time* beton dan pengaruh penambahan variasi kadar *Retardex* cair terhadap *setting time* beton kontrol disajikan pada **Tabel 3**. Berdasarkan **Tabel 3**, dibuat grafik hubungan antara variasi kadar *Retardex* cair terhadap *setting time* beton yang disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu terhadap ketahanan penetrasi pada beton dengan variasi kadar *Retardex* cair

Tabel 3. Hasil pengujian *setting time* beton dengan penambahan variasi kadar *Retardex* cair

Kadar <i>Retardex</i> Cair terhadap Berat Semen	<i>Initial Setting Time</i>				<i>Final Setting Time</i>			
	Waktu		Perlambatan terhadap Beton Kontrol		Waktu		Perlambatan terhadap Beton Kontrol	
	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit
0%	4	33	-	-	6	50	-	-
0,20%	5	5	0	32	6	54	0	4
0,25%	5	25	0	52	6	51	0	1
0,30%	5	31	0	58	7	10	0	20
0,35%	5	33	1	0	8	15	1	25
0,40%	5	33	1	0	9	0	2	10
0,45%	6	10	1	37	9	0	2	10
0,50%	6	40	2	7	10	0	3	10



Gambar 3. Grafik hubungan variasi kadar *Retardex* cair terhadap *setting time* beton

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 3, terlihat bahwa waktu ikat beton mengalami perlambatan seiring penambahan kadar *Retardex* cair. Perlambatan waktu pengerasan beton dapat mempertahankan *workability* beton segar dalam waktu yang lebih lama. Penggunaan kadar *Retardex* cair sebesar 0,20% berat semen menghasilkan perlambatan *initial setting time* terhadap beton kontrol selama 32 menit, dan perlambatan *final setting time* terhadap beton kontrol selama 4 menit. Seiring dengan penambahan kadar *Retardex* cair, perlambatan *setting time* beton semakin lama. Penggunaan kadar *Retardex* cair sebesar 0,50% berat semen menghasilkan perlambatan *initial setting time* terhadap beton kontrol selama 2 jam 7 menit, dan perlambatan *final setting time* terhadap beton kontrol selama 3 jam 10 menit.

Menurut ASTM C 494/C 494M, bahan tambah dapat dikategorikan sebagai *retarder* apabila perlambatan waktu ikat awal (*initial setting time*) beton minimal 1 jam lebih lama dan maksimal 3 jam 30 menit lebih lama dari beton kontrol, serta perlambatan waktu ikat akhir (*final setting time*) beton maksimal 3 jam 30 menit lebih lama dari beton kontrol. Perbedaan *initial setting time* beton pada penambahan kadar *Retardex* cair 0,20%, 0,25%, dan 0,30% berat semen kurang dari 1 jam (60 menit) lebih lama dari beton kontrol. Penambahan kadar *Retardex* cair sebesar 0,35%, 0,40%, 0,45%, dan 0,50% berat semen menghasilkan perlambatan *initial setting time* beton terhadap kontrol lebih dari 1 jam dan kurang dari 3 jam 30 menit sehingga memenuhi parameter waktu ikat awal beton sebagai bahan tambah *retarder*. Adapun perbedaan *final setting time* beton pada semua variasi kadar *Retardex* cair terhadap beton kontrol tidak melebihi 3 jam 30 menit lebih lama sehingga memenuhi parameter waktu ikat akhir beton sebagai bahan tambah

*retarder*. *Retardex* cair dengan kadar penggunaan 0,35%, 0,40%, 0,45%, dan 0,50% berat semen dapat dikategorikan sebagai bahan tambah *retarder* karena memenuhi parameter waktu ikat awal dan waktu ikat akhir beton sesuai dengan ASTM C 494/C 494M.

Berdasarkan analisis regresi pada Gambar 3, diperoleh garis regresi yang menggambarkan hubungan penggunaan variasi kadar *Retardex* cair (x) terhadap *initial setting time* dan *final setting time* beton (y). Persamaan garis regresi ini digunakan untuk mengetahui kadar minimum dan maksimum *Retardex* cair yang memenuhi parameter waktu ikat beton sebagai bahan tambah tipe B, tipe D, dan tipe G menurut ASTM C 494/C 494 M. Adapun hasil perhitungan kadar minimum dan maksimum *Retardex* cair yang memenuhi parameter *setting time* beton sebagai bahan tambah *retarder* sesuai ASTM C 494/C 494 M disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar *Retardex* cair yang memenuhi parameter *setting time* beton sebagai *retarder* sesuai ASTM C 494/C 494 M

Parameter	Persyaratan (ASTM C 494/C 494 M)	Kadar <i>Retardex</i> Cair terhadap Berat Semen yang Memenuhi
<i>Initial setting time</i>	Min. 1 jam lebih lama dari beton kontrol Maks. 3 jam 30 menit lebih lama dari beton kontrol	Min. 0,32% Maks. 0,71%
<i>Final setting time</i>	Maks. 3 jam 30 menit lebih lama dari beton kontrol	Maks. 0,61%
<i>Initial setting time</i> dan <i>final setting time</i>		Min. 0,32% Maks. 0,61%

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh bahwa kadar *Retardex* cair minimum yang digunakan agar perbedaan *initial setting time* beton terhadap beton kontrol memenuhi persyaratan minimal 1 jam lebih lama adalah 0,32% berat semen, sedangkan agar memenuhi persyaratan perbedaan *initial setting time* beton terhadap beton kontrol maksimal 3 jam 30 menit, digunakan kadar *Retardex* cair maksimum 0,71% berat semen. Kadar *Retardex* cair maksimum yang digunakan agar perbedaan *final setting time* beton terhadap beton kontrol memenuhi persyaratan maksimal 3 jam 30 menit lebih lama adalah 0,61% berat semen. Kadar penggunaan *Retardex* cair agar memenuhi persyaratan *initial setting time* dan *final setting time* beton sebagai bahan tambah *retarder* menurut ASTM C 494/C 494 M adalah sebesar 0,32% berat semen hingga 0,61% berat semen.

## SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan adalah penggunaan *Retardex* cair pada beton dapat memperlambat waktu ikat (*setting time*) beton. *Initial setting time* dan *final setting time* beton mengalami perlambatan seiring dengan peningkatan kadar *Retardex* cair yang digunakan. Penambahan *Retardex* cair dengan kadar 0,35%, 0,40%, 0,45%, dan 0,50% berat semen memenuhi persyaratan waktu ikat beton untuk dikategorikan sebagai bahan tambah *retarder*, baik Tipe B, Tipe D, maupun Tipe G, menurut ASTM C 494/C 494M. Berdasarkan analisis regresi, diperoleh bahwa penggunaan kadar *Retardex* cair agar memenuhi persyaratan waktu ikat awal dan waktu ikat akhir beton menurut ASTM C 494/C 494M untuk dikategorikan sebagai bahan tambah *retarder* adalah 0,32% berat semen hingga 0,61% berat semen. *Retardex* cair yang telah memenuhi parameter waktu ikat beton sesuai ASTM C 494/C 494M menunjukkan bahwa bahan tambah ini dapat digunakan sebagai *retarder* untuk memperlambat waktu ikat beton dalam pembuatan beton pada pekerjaan konstruksi. Adapun bahan tambah yang tidak memenuhi parameter waktu ikat beton sesuai ASTM C 494/C 494M tidak disarankan untuk digunakan dalam pembuatan beton pada pekerjaan konstruksi karena dapat memberikan pengaruh pada sifat dan kualitas beton yang dihasilkan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membimbing serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam penelitian ini.

## REFERENSI

- Ardiansyah, M., 2005. Penambahan Gula Pasir sebagai Bahan Set Retarder terhadap Waktu Ikatan Workabilitas dan Kuat Tekan Beton.
- ASTM, C., 2013. 125-15a Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. *ASTM International*. West Conshohocken, PA.
- ASTM, C., 2013. 494 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. *Annual Book of ASTM*

*Standards, 04, 1–9.*

- Desmi, A., 2017. Analisis Penggunaan Gula Pasir Sebagai Retarder Pada Beton. *TERAS JURNAL: Jurnal Teknik Sipil, 4(2)*.
- Ginting, R., Sidjabat, R., & Zamili, D. P. B. (2020). IKATAN VARIASI PEMAKAIAN GULA PASIR TERHADAP IKATAN AWAL SEMEN DAN KUAT TEKAN BETON. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL, 9(2)*, 125-135.
- Gunawan, R., 2021. *Konversi Molases Menjadi Bioetanol pada Bioreaktor (Analisis Pengaruh Konsentrasi Berat Saccharomyces cerevisiae Terhadap Kadar Bioetanol)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Hepiyanto, R. dan Firdaus, M.A., 2019. Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K-200. *UKaRsT, 3(2)*, pp.86-93.
- Ir Bambang Sujatmiko, M. T. (2019). *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. Media Sahabat Cendekia.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. SE No. 22/SE/M/2015 Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*) dalam Beton. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Mudjanarko, S. W. (2018). *Material Konstruksi*. Narotama University Press.
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nurfitriani, N., Wibawa, T.P. dan Amalia, A., 2019, Oktober. Kualitas Beton Normal Dengan Penambahan Retarder. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 22-27).
- Nurmaidah, N. dan Cristiani, R., 2018. Analisa Pekerjaan Dinding Beton Pracetak Pada Proyek Podomoro City Deli Medan. *Portal: Jurnal Teknik Sipil, 10(1)*.
- Punuindoong, J. D., Makapedua, P. M., Ruata, S., Wenur, T., & Rumbayan, R. (2022). Perbandingan konstruksi bangunan coffee shop dengan beton precast dan beton cast in situ. *Jurnal Teknik Sipil Terapan, 4(2)*, 80-91.
- Purnomo, J., Saputro, I.N. dan Sumarni, S., 2018. Pengaruh Penggunaan Citric Acid sebagai Retarder pada Beton terhadap Waktu Pengikatan Semen, Kecelakaan Beton Segar dan Kuat Tekan Beton. *vol, 4*, pp.18-27.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. 1991. Laporan Pengkajian Penggunaan Bahan Tambah dalam Campuran Beton Semen. Departemen Pekerjaan Umum.
- Rajela, A., 2019. Pengaruh Penambahan Gula Pasir Terhadap Waktu Pengerasan Awal (Initial Setting) dan Kekuatan Beton K-250. *TEKNIKA: Jurnal Teknik, 6(1)*, pp.68-78.
- Saifuddin, M.I., Edison, B. dan Fahmi, K., 2014. Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Mahasiswa Teknik, 1(1)*.
- Setiawati, M., Masri, M. dan Rosmilawati, R., 2021. Setting Time dan Kuat Tekan Beton dengan Plastiment VZ. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, pp.280-285.
- Zakaria, V.I., Desain Modifikasi Gedung Apartemen Tower 2 The Arundaya Surabaya dengan Menggunakan Metode Beton Pracetak dan Dual System Sesuai ACI 318M-14.