

**PENGARUH PENGGUNAAN *CITRIC ACID* SEBAGAI *RETARDER* PADA BETON  
TERHADAP WAKTU PENGIKATAN SEMEN, KELECAKAN BETON SEGAR DAN  
KUAT TEKAN BETON**

Joko Purnomo<sup>1</sup>, Ida Nugroho Saputro<sup>2</sup>, Sri Sumarni<sup>2</sup>  
e-mail: jokopurnomok1513046@gmail.com

**ABSTRAK:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *citric acid* sebagai *retarder* terhadap waktu ikat awal semen, kelecakan beton segar dan kuat tekan beton serta untuk mengetahui variasi optimal penambahan *citric acid* yang menghasilkan kuat tekan maksimal. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif eksperimen dan analisa data yang digunakan adalah analisis regresi dengan tujuan untuk memberi gambaran tentang pengaruh penggunaan *citric acid* sebagai *retarder* terhadap waktu pengikatan awal semen, kelecakan beton segar dan kuat tekan beton. Penelitian ini dilakukan dengan membuat sampel pada setiap pengujian ikat awal semen, kelecakan beton segar dan kuat tekan beton dengan penambahan bahan tambah *citric acid* dengan variasi penambahan 0,0%, 0,15%, 0,30% dan 0,45% dari berat semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *citric acid* berpengaruh terhadap waktu ikat awal semen, kelecakan beton segar, dan kuat tekan beton. Variasi optimal penambahan *citric acid* sebagai *retarder* adalah 0,15% dengan hasil kuat tekan rata – rata 48,46 Mpa.

**Kata kunci :** *citric acid*, waktu ikat awal semen, kelecakan beton segar, kuat tekan beton.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup> Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

***INFLUENCE OF USING CITRIC ACID AS RETARDER IN CONCRETE TO INITIAL SET CEMENT, CONSISTENCY OF FRESH CONCRETE, AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE***

Joko Purnomo<sup>1</sup>, Ida Nugroho Saputro<sup>2</sup>, Sri Sumarni<sup>2</sup>  
e-mail: jokopurnomok1513046@gmail.com<sup>4</sup>

***ABSTRACT:*** This research aims to know the effect of adding citric acid as a retarder toward the initial set of cement, consistency of fresh concrete, compressive strength of concrete, and to know the optimal variation of adding citric acid which produces the maximum compressive strength. This research uses experiment quantitative method and regression analysis is used as the data analysis. It aims to figure the effect of using citric acid as a retarder to ward the initial set of cement, consistency of fresh concrete, and compressive strength of concrete. Samples are made in every test of initial set of cement, consistency of fresh concrete, and compressive strength of concrete with adding variation of citric acid with the values of 0,0%, 0,15%, 0,30%, and 0,45% of cement weight. The result of the research shows that adding citric acid give effect toward the initial set of cement consistency of fresh concrete, and compressive strength of concrete. The optimal variation of adding citric acid as a retarder is 0,15% with the everage of compressive strength 48,46 Mpa.

***Keywords:*** citric acid, initial set cement, consistency of fresh concrete, and compressive strength of concrete.

---

<sup>1</sup> Student Of Civil Engineering Education On Faculty Of Teacher Training And Education Sebelas Maret University

<sup>2</sup> Lecture Of Civil Engineering Education On Faculty Of Teacher Training And Education Sebelas Maret University

## PENDAHULUAN

Beton merupakan hasil gabungan dari semen, air, krikil dan pasir yang bersatu padu membentuk benda yang keras. Beton banyak digunakan secara luas karena sebagian besar bahan – bahan penyusunnya mudah didapatkan dan murah (Santoso, 2012:165). Selain mudah dikerjakan dan murah, beton banyak dipilih dalam konstruksi bangunan karena *workable*, awet, dan memiliki kuat tekan tinggi (Mulyono, 2004:4).

Indonesia merupakan salah satu negara yang dominan menggunakan beton. Hal ini dapat ditandai dengan peningkatan konsumsi semen pada setiap tahunnya. Menurut data dari Asosiasi Semen Indonesia (ASI) pasar semen di pulau Jawa konsumsi semen pada periode Januari – September 2017 mengalami peningkatan 11,3% menjadi 26,96 juta ton semen dari periode yang sama ditahun 2016 yaitu 24,23 juta ton (Duniaindustri.com).

Seiring meningkatnya penggunaan beton sebagai material konstruksi, maka timbul berbagai permasalahan dalam pekerjaan beton. Salah satu permasalahan yang timbul adalah dalam kondisi atau keadaan tertentu diperlukan pengerasan beton segar yang lebih lama apabila dibandingkan dengan beton segar pada umumnya. Lama pengerasan beton segar dapat ditunjukkan dengan waktu pengikatan awal semen (*initial set*) yang terjadi. Waktu ikat awal semen pada umumnya berkisar 1,0 sampai dengan 2,0 jam (Mulyono, 2004).

Perlambatan pengerasan pada beton segar diperlukan dalam proses pengangkutan beton segar dari *batching plant* menuju lokasi pengerjaan beton. Selain itu perlambatan pengerasan beton juga diperlukan dalam proses pengecoran beton yang sulit. Untuk mengatasi permasalahan ini maka

diperlukan bahan tambah yang dapat berfungsi sebagai pemerlambat pengerasan beton.

Berdasarkan pada ASTM C494, bahan tambah yang dapat berfungsi sebagai pemerlambat pengerasan beton adalah bahan tambah tipe B *Retarding Admixtures*.

*Retarding Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan semen atau beton. *Retarder* yang biasa digunakan saat ini adalah *Plastiment-VZ* yang merupakan bahan tambah jenis *retarder* hasil produksi PT Sika Indonesia.

Shyama Maricar, dkk (2013) sesuai hasil penelitiannya tentang pengaruh bahan tambah *Plastiment VZ* dengan variasi penambahan 0,2%, 0,4% dan 0,6% menyimpulkan bahwa bahan tambah *Plastiment VZ* dapat memperlambat waktu pengikatan semen. *Trend* yang terjadi adalah semakin banyak *Plastiment VZ* yang digunakan maka semakin lama waktu pengikatan awal semen yang terjadi. Waktu ikat awal maksimal yang didapatkan adalah pada variasi 0,6% yaitu 27,17 jam.

Selain *Plastiment VZ* yang biasa digunakan sebagai bahan tambah jenis *retarder*, Ahmad Basuki dalam Adzuha Desmi (2014:59), menyebutkan zat tambah yang dapat digunakan sebagai *retarder* adalah berupa gula, *sucrose*, *sodium gluconate*, *glucose*, *citric acid*, dan *tartaric acid*.

Bahan tambah berbasis gula sangat berpotensi menjadi *retarder*. Hal ini karena gula maupun larutan tebu murni mengandung banyak sukrosa (SINTEF,2007). Pemanfaatan gula sebagai bahan tambah jenis *retarder* telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Susilorini dan Sambowo,2011). Salah satunya adalah Asep Surono (2013), dalam penelitiannya membuktikan dan

menyimpulkan bahwa zat tambah berbasis gula dengan variasi penambahan 0,20%, dapat memperlambat waktu pengikatan semen.

Kendatipun secara teknis pemanfaatan gula sebagai bahan tambah dalam campuran beton telah terbukti dapat memperlambat waktu pengikatan semen, namun dapat dipahami adanya kontroversi bahwa gula konsumsi merupakan salah satu bahan pokok yang sangat dibutuhkan oleh manusia diseluruh dunia (Santoso, 2012). Sehingga untuk mengatasi hal ini dapat dipertimbangkan menggunakan bahan lain yang mudah didapatkan yaitu *citric acid* sebagai alternatif pengganti *retarder* berbasis gula untuk campuran beton.

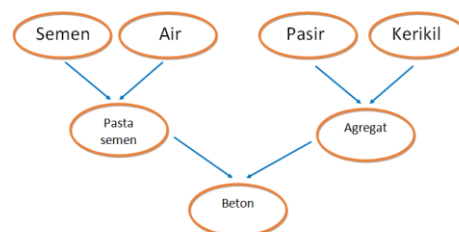
*Citric acid* merupakan asam organik yang termasuk dalam asam *hydro-carboxylic* (Mujiarto, 2009:25). Menurut Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Nomor 22/SE/M/2015 tentang pedoman penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dalam beton, Asam *hydro-carboxylic* dapat digunakan sebagai *retarder*.

Berdasarkan pada uraian tersebut maka dapat diketahui bahwa *citric acid* termasuk bahan tambah yang dimungkinkan dapat berfungsi sebagai *retarder*. Untuk membuktikan keberfungsian *citric acid* sebagai *retarder* pada beton maka diperlukan peninjauan atau penelitian. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan dengan judul penelitian “Pengaruh Penggunaan *Citric acid* Sebagai *Retarder* Pada Beton Terhadap Waktu Ikat Awal Semen Keleccakan Beton Segar Dan Kuat Tekan Beton”.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Menurut Wuryati dan Candra (2001) pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Secara sederhana pengertian beton dapat dijelaskan melalui gambar di bawah ini:



**Gambar 1.** Skema Pembuatan Beton

Beton banyak dipilih dan digunakan dalam konstruksi bangunan karena beton memiliki kelebihan, diantaranya:

- Material penyusun beton mudah didapatkan.
- Mampu memikul beban yang berat.
- Mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi.
- Tahan terhadap temperatur tinggi.
- Biaya pemeliharaan yang relatif murah.

Selain itu beton memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan saat digunakan untuk struktur bangunan, yaitu:

- Tergolong dalam konstruksi berat.
- Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
- Sangat lemah terhadap gaya tarik.

- d) Diperlukan tenaga ahli untuk mendapatkan beton dengan karakteristik tertentu.

### **Retarder**

*Retarder* atau *Retarding Admixtures* adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan semen (*setting time*) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan (*workable*) untuk waktu yang lebih lama (ASTM C494). Cara kerja *retarder* adalah dengan membungkus butir semen C<sub>3</sub>S (tri kalsium silikat) sehingga menunda reaksi semen dengan air (Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia Kementerian PUPR, 2015:5).

Menurut Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Nomor 22 / SE / M / 2015 tentang pedoman penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dalam beton, bahan tambah untuk *retarder* dibagi menjadi beberapa kategori sesuai dengan komposisi kimianya, diantaranya:

- a) Asam *Lignosulphonic* dan garam yang lain contoh Na, Ca, atau NH<sub>4</sub>.
- b) Asam *Hydro-carboxylic* dan garam – garamnya.
- c) Karbohidrat – karbohidrat dan gula.
- d) Garam anorganik berdasarkan pada *flourates, phosphates, oxides, borax*, dan garam – garam magnesium.

### **Citric acid**

*Citric acid* atau asam sitrat adalah asam organik lemah yang secara alami terdapat pada buah-buahan seperti jeruk, nanas dan pear (*citrus*). *Citric acid* memiliki rumus kimia C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> atau CH<sub>2</sub>(COOH). COH (COOH). CH<sub>2</sub>(COOH). *Citric acid* termasuk dalam asam *hydro-carboxylic* (Mujiarto, 2009:25).

Secara komersial menurut Ragil Widyorini, dkk. *citric acid* diproduksi melalui fermentasi dari bahan yang mengandung glukosa dan sukrosa (2012:61).

### **Uji Waktu Pengikatan Semen (*Vicat Test*)**

Waktu ikat semen adalah waktu yang dibutuhkan semen untuk bereaksi dengan air. Waktu ikat semen terbagi menjadi dua yaitu waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Untuk mengetahui waktu pengikatan semen yang terjadi maka perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan *vicat apparatuses*.

Waktu ikat awal dapat diketahui ketika jarum *vicat* mendapatkan penetrasi sedalam 25 milimeter, dan waktu ikat akhir adalah ketika jarum *vicat* tidak dapat melakukan penetrasi (ASTM C 191-04).

### **Uji Keleccakan Beton Segar (*Slump Test*)**

Uji *slump* adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (mudah dikerjakan atau *workable*) dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Dalam standar SNI 03 – 1972 – 2008 tentang tata cara uji *slump* dijelaskan bahwa nilai *slump* sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, akan tetapi berbanding terbalik dengan kekuatan beton.

### **Uji Tekan Beton**

Uji kuat tekan adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton (SNI 03-1974-2011). Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari (Mulyono, 2004: 137).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif eksperimen dengan tujuan untuk memberi gambaran tentang pengaruh penggunaan *citric acid* sebagai *retarder* terhadap waktu pengikatan awal semen, kelecakan beton segar dan kuat tekan beton.

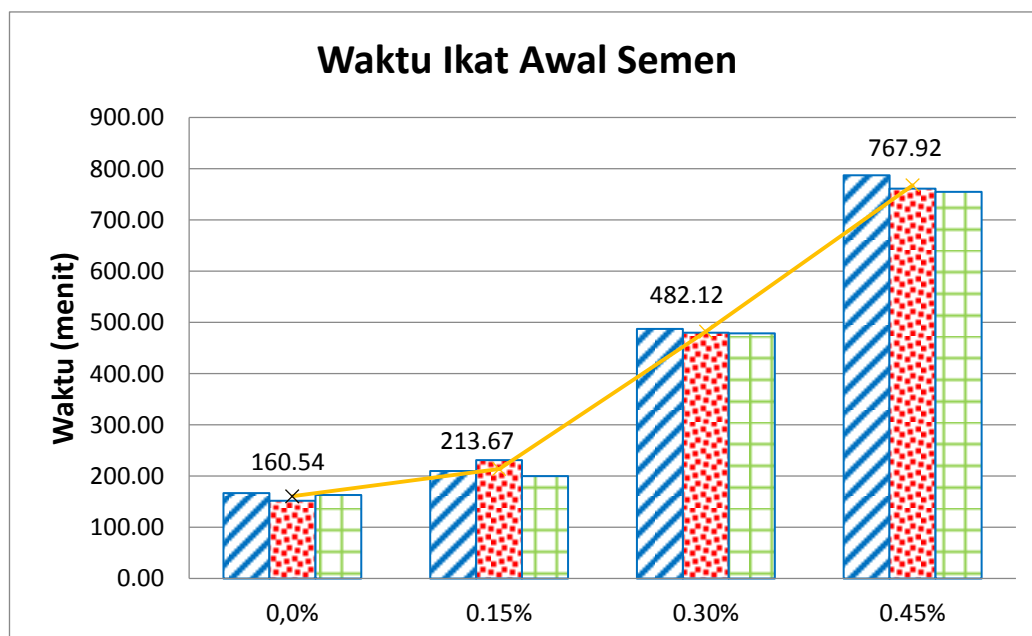
Desain dalam penelitian ini dibuat dengan mengadakan eksperimen menggunakan benda uji. Benda uji atau sampel yang digunakan adalah semen dengan penambahan *citric acid* pada kadar tertentu untuk dilakukan uji waktu ikat awal semen (uji vicat), benda uji berupa beton segar atau beton curah dengan penambahan *citric acid* pada kadar tertentu untuk dilakukan uji kelecakan beton segar (uji slump) dan benda uji beton silinder dengan penambahan *citric acid* pada kadar tertentu untuk dilakukan pengujian tekan beton.

Analisa data yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh penggunaan *citric acid* sebagai *retarder* terhadap waktu pengikatan semen, kelecakan beton segar dan kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan analisis regresi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengujian Pengikatan Awal Semen

Dari hasil pengujian konsistensi normal, didapatkan kadar air yang digunakan untuk menghidrasi 300 gram semen adalah sebesar 27,33% atau 82 mililiter air. Hasil tersebut digunakan sebagai takaran atau ukuran air untuk menghidrasi semen disetiap sampel uji waktu ikat awal semen. Adapun hasil pengujian ikat awal semen dengan variasi penambahan *citric acid* 0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% terhadap berat semen pada penelitian ini disajikan dalam Gambar 2



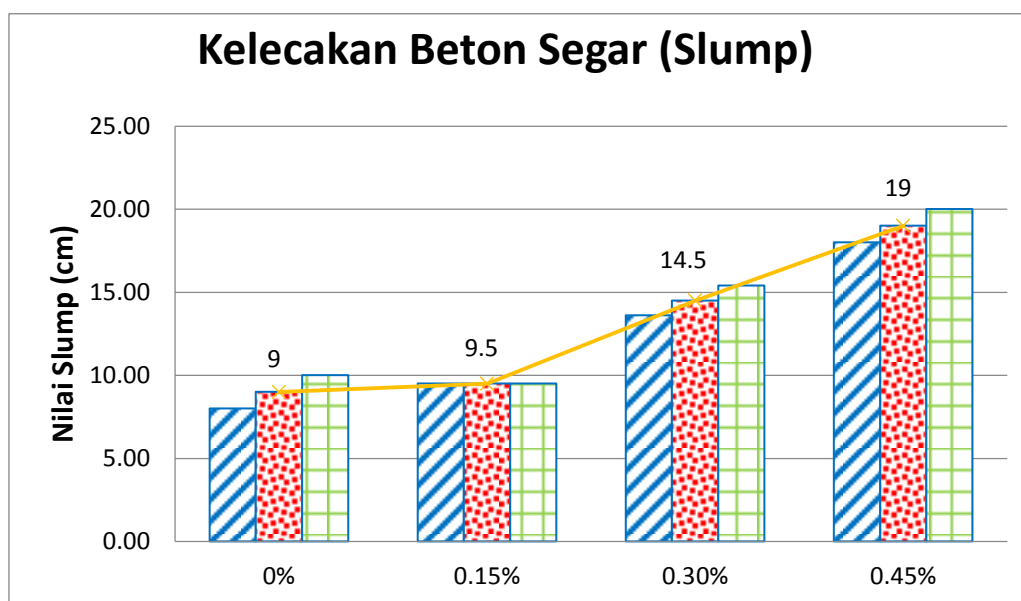
**Gambar 2.** Hasil Pengujian Waktu Ikat Awal Semen (Uji Vicat)

Dari Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa dengan semakin banyak kadar penambahan *citric acid* sebagai *retarder* pada semen maka semakin bertambah lama waktu pengikatan awal semen yang dihasilkan. Kesimpulan ini didukung oleh hasil penelitian Velazco, Almanza, Cortes, & Escobedo, yang menghasilkan kesimpulan sama yakni penambahan *citric acid* pada beton konvensional dapat memperlambat waktu pengikatan semen (2014). Perlambatan pengikatan semen terjadi karena selama proses hidrasi semen dipengaruhi oleh bahan tambah *citric acid*. *Citric acid* yang berfungsi sebagai *retarder* membungkus unsur semen  $C_3S$  (tri kalsium silikat), sehingga hal tersebut

menyebabkan terjadinya perlambatan reaksi awal hidrasi semen (Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia Kementerian PUPR, 2015:5). Untuk menjelaskan reaksi kimia yang terjadi antara semen, air, dan *citric acid* ini perlu dilakukan penelitian multi disiplin dengan melibatkan ahli kimia guna mendapatkan mekanisme reaksi kimiawi yang terjadi.

## 2. Pengujian Keleccakan Beton Segar

Hasil pengujian keleccakan beton segar (uji slump) dengan variasi penambahan *citric acid* 0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% terhadap berat semen dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Pengujian Keleccakan Beton Segar (Uji Slump)

Dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah kadar *citric acid* yang digunakan maka semakin bertambah nilai keleccakan beton segar (nilai slump semakin tinggi). Peningkatan nilai keleccakan beton segar atau nilai slump terjadi ka-

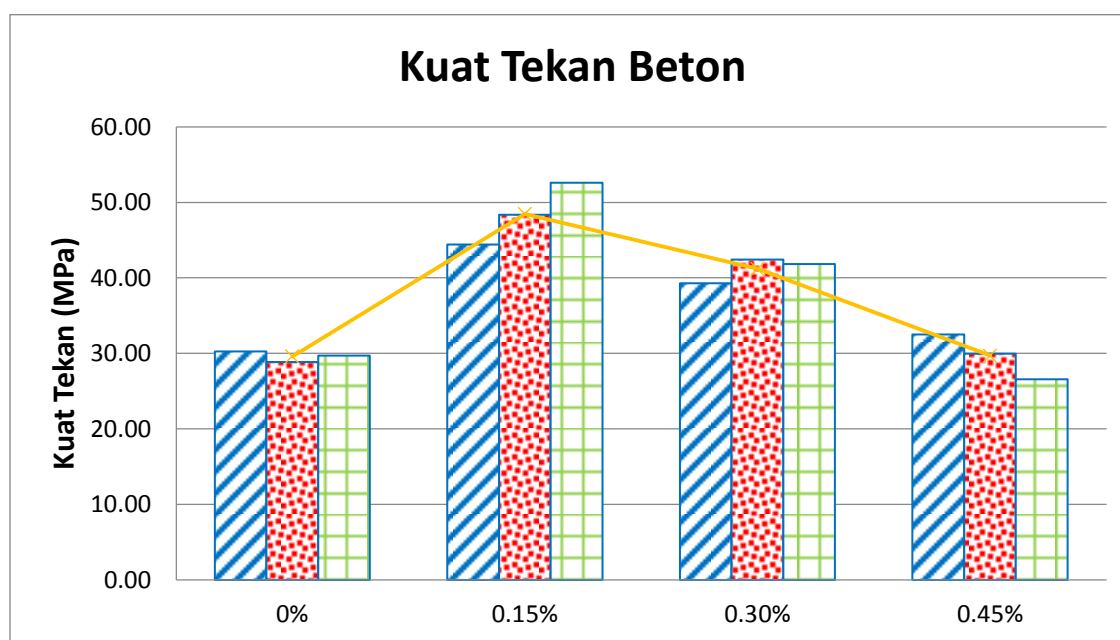
rena disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi akibat penambahan *citric acid* pada beton segar. Paul Nugraha dan Antoni (2007:85) menerangkan bahwa *citric acid* yang termasuk dalam *hydro-carboxylic* dapat menambah keleccakan beton segar. Mekanisme yang terjadi adalah *hydro-carboxylic* melapisi

pertikel semen dengan ion negatif sehingga partikel – partikel semen yang asalnya saling menempel dan memperangkap air menjadi berjarak, karena adanya gaya tolak menolak akibat ion negatif tadi. Akibatnya air yang terperangkap tersebut terlepas sehingga menjadi pelumas pada beton segar. Untuk mengetahui detail mekanisme atau reaksi kimia yang terjadi pada beton segar dengan bahan

tambah *citric acid* maka perlu dilakukan penelitian multi disiplin.

### 3. Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi penambahan *citric acid* 0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% terhadap berat semen dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini:



**Gambar 4.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa penambahan *citric acid* dengan kadar 0,00%, 0,15%, 0,30% dan 0,45% memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton. Secara keseluruhan penggunaan bahan tambah *citric acid* sebagai *retarder* mengakibatkan bertambahnya kuat tekan beton. Beton dengan variasi penambahan *citric acid* 0% menghasilkan kuat tekan rata – rata sebesar 29,60 MPa begitu pula dengan variasi penambahan *citric acid* 0,15%, 0,30% dan 0,45% secara berurutan menghasilkan kuat tekan rata – rata 48,46 MPa, 41,20 MPa, dan 29,70 MPa.

Peningkatan kuat tekan yang terjadi secara keseluruhan disebabkan karena reaksi kimia bahan tambah *citric acid* dengan beton segar yang terjadi selama proses pembuatan beton. Alasan ini diperkuat oleh teori yang dijelaskan oleh L.J. Murdock dan K.M. Brook (1999:4) yang menerangkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah bahan campuran beton (bahan tambah atau *admixture*) dan kadar penambahannya. Unsur kimia dan reaksinya yang terdapat dalam beton setelah ditambahkan bahan tambah (*admixture*) akan berpengaruh



terhadap kualitas betonnya. Unsur kimia tersebut akan mempengaruhi daya ikat semen dengan agregat penyusun betonnya sehingga secara otomatis berpengaruh terhadap hasil kuat tekan betonnya. Untuk mengetahui reaksi kimia yang terjadi pada beton dengan bahan tambah *citric acid* maka diperlukan penelitian multi disiplin.

Pada penelitian ini nilai optimal variasi penambahan *citric acid* sehingga mendapatkan kuat tekan maksimal terjadi pada variasi penambahan 0,15% yaitu sebesar 48,46 MPa atau meningkat sebesar 63,72% dari beton normal (beton kontrol). Hal ini terjadi karena variasi penambahan 0,15% menghasilkan proporsi pembungkusan pertikel semen yang tepat pada saat proses pembuatan beton (sesuai pembahasan pengaruh *citric acid* terhadap kelecakan beton segar), sehingga adonan beton tidak mengalami kelebihan air (apabila dibandingkan dengan variasi 0,30% dan 0,45%). Sebagai dampaknya adalah proses hidrasi semen pada beton variasi 0,15% berjalan dengan baik dan menghasilkan kuat tekan beton maksimal.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan *citric acid* sebagai *retarder* dengan kadar penambahan 0,0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% berpengaruh terhadap waktu ikat awal semen.
2. Penggunaan *citric acid* sebagai *retarder* dengan kadar penambahan 0,0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% berpengaruh terhadap kelecakan beton segar (nilai slump).
3. Penggunaan *citric acid* sebagai *retarder* dengan kadar penambahan 0,0%, 0,15%, 0,30%, dan 0,45% berpengaruh terhadap kuat tekan beton.
4. Didapatkan variasi optimal penambahan *citric acid* sebagai *retarder* terhadap nilai kuat tekan beton yaitu variasi penambahan 0,15% dari berat semen dengan hasil kuat tekan rata – rata 48,46 Mpa.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials Standard. ASTM C 494 : *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*. USA : ASTM Internasional.
- Anonim. (2015). PEDOMAN Penggunaan Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*) Dalam Beton. Kementerian PUPR.
- Annual Book of ASTM Standards Volume 04.01.1998. ASTM C 191-04 : *Standard Test Method For Time Of Hydraulic Cement By Vicat Needle*. USA : American Association State Highway and Transportation Official Standard (AASHTO)
- Desmi, Adzuha. (2014). Analisis Penggunaan Gula Pasir Sebagai *Retarder* Pada Beton. *Teras Jurnal*. 4(2), 58-67.
- Duniaindustri.com* (2017, Januari). Jawa Tengah Pimpin Pertumbuhan Pasar Sepanjang Tahun 2017. Diperoleh pada 17 Januari 2017, dari <http://duniaindustri.com>

- Maricar, S., dkk. (2013). Pengaruh Bahan Tambah Plastiment- VZ Terhadap Sifat Beton. *Jurnal "MEKTEK"*. XV(1), 39-58.
- M.I Retno Susilorini, dan Kusno Adi Sambowo, 2011, Teknologi Beton Lanjutan: Durabilitas Beton Edisi ke-2, Semarang: Penerbit Surya Perdana Semesta.
- Mujiarto, I. (2009). Metode Sintesa Titanium Osida dengan menggunakan titanum kompleks yang larut dalam Air. *Momentum*. 5(1), 25-29.
- Mulyono, Tri. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Myrdal, R., 2007, *Retarding Admixtures For Concrete: State Of The Art*, Trondheim: SINTEF Building and Infrastructure-COIN Concrete Inovation Centre
- Nugraha, P.&Antoni (2007). *Teknologi beton: dari material, pembuatan, ke beton kinerja tinggi*. Yogyakarta: ANDI.
- Santoso, Agus. (2012). Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Alternatif Pengganti Set-Retarder Dan Water Reducer Untuk Bahan Tambah Beton. *INERSIA*. VII (2),165-179.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). SNI 03-2847-2002 : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Samekto, Wuryati dan Rahmadiyanto, Candra. (2001). *Teknologi Beton*. Jogjakarta: Kanisius.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 1972-2008 : *Cara Uji Slump Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 03-1974-2011 : *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional.
- Surono, Asep. (2013). *Pengaruh Variasi Pemakaian Larutan Gula Pasir Terhadap Ikatan Awal Semen dan Kuat Tekan Beton*. Naskah Publikasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Velazco, G., Almanza, J.M., Cortez, D.A., & Escobedo, J. C. (2014). Effect of *Citric acid* and the Hemilhydrate Amount on the Properties of a Calcium Sulphoaluminate Cement. *Materiales de Construction*, 64(316), 1-8. <http://doi.org/10.3989/mc.2014.05513>