

PENGGUNAAN ELECTRIC ARC FURNACE SLAG PADA PEMBUATAN BETON KINERJA TINGGI DENGAN PERBEDAAN PERLAKUAN PERAWATAN

Riski Aristianti

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: riskiaristianti@gmail.com

Yogie Risdianto, S.T., M.T.

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Beton adalah campuran antara semen, agregat, dan air yang menyebabkan terjadinya suatu hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut. Kekuatan beton dapat dipengaruhi oleh banyak hal, yaitu dari material penyusun, rancangan campuran, pengerjaan, dan perawatan. Tujuan dari perawatan beton sendiri adalah guna memelihara beton dalam kondisi tertentu setelah bekisting dibuka agar kekuatan beton dapat dicapai sesuai dengan yang diinginkan.

Penelitian ini dilakukan pada beton kinerja tinggi berbahan tambah *electric arc furnace slag* (EAFS) sebagai substitusi agregat kasar 30% dengan mutu beton yang direncanakan adalah $f'c$ 45 MPa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan perawatan benda uji terhadap kuat tekan beton. Adapun variabel penelitian yang digunakan adalah dengan perawatan direndam, diangin-anginkan pada suhu ruang, dan disiram dengan air. Benda uji berbentuk silinder berukuran 10x20 cm.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah kuat tekan, dan dilakukan pada umur ke-7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Hasil kuat tekan beton tertinggi didapatkan pada variasi beton direndam, dengan nilai pada umur pengujian ke-28 hari sebesar 54.66 MPa. Kemudian disusul benda uji dengan perawatan disiram air, mendapat hasil kuat tekan 48.171 MPa dan yang terakhir dengan variasi perawatan pada suhu ruang sebesar 43.30 MPa.

Kata Kunci: *electric arc furnace slag, high performance concrete, curing methods, compressive strength*

Abstract

Concrete is a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate, and water that causes a close relationship between these materials. Concrete strength are influenced by several variables, among others by its constituent material, mix design, workability, and curing methods. The objective of curing concrete is to maintain the concrete in the certain conditions after the dismantling of the formwork.

This research was conducted at high performance concrete using electric arc furnace as coarse aggregate substitution among 30% with target compressive strength of $f'c$ 45 MPa. The aim of this research is to determine the effect of the concrete curing on its compressive strength. The types of concrete curing consist of 3 variations, there are wet curing (water immersed), ambient temperature curing, and water splashed curing. The specimens are cylinder-shaped with 10x20 cm dimension.

Concrete compressive strength test were conducted at 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days of concrete ages. Optimum 28 age of compressive strength of concrete obtained from specimens that immersed in fresh water, which was 54,66 MPa. Then, water splashed generates second highest compressive strength value of 48.171 MPa, and last is ambient temperature curing which got compressive strength value of 43.40 MPa.

Keywords: *electric arc furnace slag, high performance concrete, curing methods, compressive strength*

PENDAHULUAN

Beton merupakan komponen utama dari bangunan teknik sipil yang terdiri atas semen, agregat kasar, agregat halus dan pasir (Gunawan, 2010). Beton adalah salah satu unsur utama dalam konstruksi bangunan. Dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi serta infrastruktur lainnya yang bersifat massal dibutuhkan beton dengan kekuatan tinggi, beton mutu tinggi adalah pilihan yang tepat.

Saat ini banyak struktur beton konvensional atau beton normal memburuk dengan cepat dan memerlukan bahan tambah serta biaya perbaikan yang mahal sebelum waktu yang direncanakan. Berdasarkan permasalahan tersebut, banyak yang beranggapan bahwa kekuatan sangat penting dalam pelaksanaan beton dan akhir-akhir ini penelitian teknologi beton lebih memusatkan untuk mencapai mutu tinggi.

Oleh karena itu, diharapkan dengan menggunakan teknologi *HPC* (*High Performance Concrete*), memberikan kinerja yang baik dalam suatu penerapan. Penerapan tersebut bisa atau tidak memerlukan kuat tekan yang lebih tinggi (Tavio, dkk. 2009 dalam Kirsnamurti, 2011). *High Performance Concrete* (*HPC*) atau biasa disebut dengan beton mutu tinggi merupakan beton yang memenuhi persyaratan kinerja khusus yang tidak selalu bisa dicapai secara rutin dengan hanya menggunakan beton konvensional dan praktik normal pencampuran, peletakan dan perawatan. Sehingga akan didapatkan struktur beton dengan *durability*, kekuatan dan ketahanan yang lebih lama (*American Concrete Institute*).

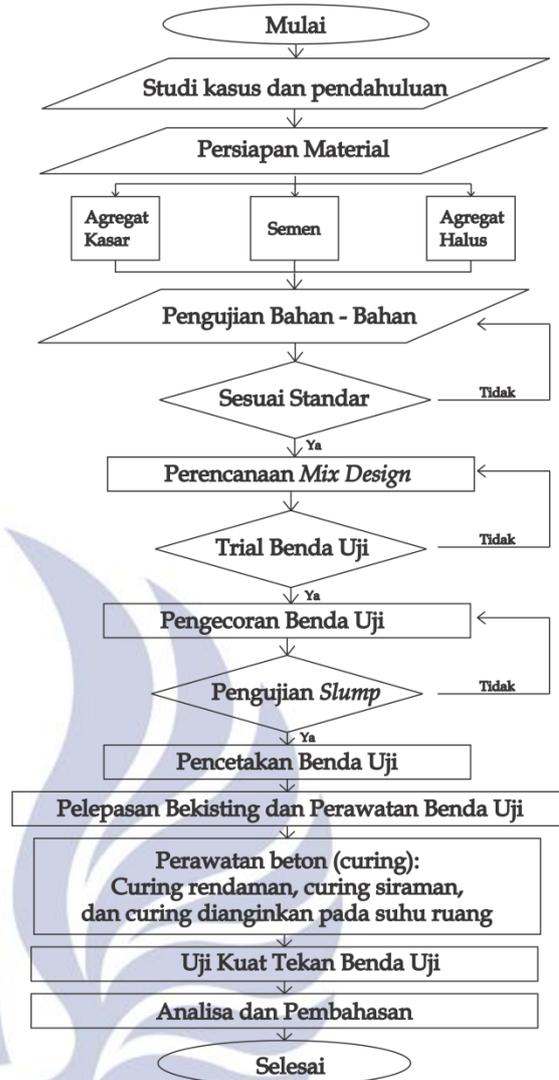
EAFS atau *Electric Arc Furnance Slag* merupakan limbah sisa peleburan baja. Sebuah perusahaan baja mampu menghasilkan *slag* sebanyak 6480 t/tahun dan EAFS mencapai volume 1680 m³/tahun. Maka dari itu dilakukan pemanfaatan limbah ini untuk menjadi salah satu campuran dari beton.

Selain dari kuat tekan beton, kualitas beton juga sangat ditentukan dari tata cara dan jenis perawatannya. Perawatan beton merupakan prosedur yang digunakan untuk membantu mempercepat proses hidrasi beton, menjaga kestabilan *temperature* dan perubahan kelembaban di dalam maupun diluar beton itu sendiri, perawatan beton menjaga beton dalam kondisi kekedapan yang maksimum sampai ruang air pada pasta.

Maka dari itu pada penelitian ini perawatan beton diketahui akan meningkatkan beton namun perlu diketahui juga berapa lama perawatan beton tersebut yang baik hanya membutuhkan air akibat kehilangan air yang dialami. Seperti apa yang telah dijabarkan di depan, perawatan beton memegang peranan yang sangat penting untuk mewujudkan tercapainya daya tahan beton sesuai dengan yang diinginkan. Lewat penelitian ini, dilakukan beberapa metode untuk perawatan, yang diantaranya adalah perawatan dengan *curing* suhu ruang, *curing* siraman, dan *curing* rendaman.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan penelitian bersifat eksperimental. Hal ini disebabkan, untuk mendapatkan data-data dan hasil penelitian dilakukan pengujian dan penelitian di laboratorium. Populasi dalam penelitian ini adalah hasil dari pengujian silinder beton berupa hasil dari kuat tekan beton dan pengujian beton segar. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah material yang digunakan dalam pembuatan beton kinerja tinggi. Benda uji dalam penelitian ini menggunakan silinder 10x20 cm yang diuji dengan alah uji kuat tekan saat beton berumur 7, 14, 21, dan 28 hari.

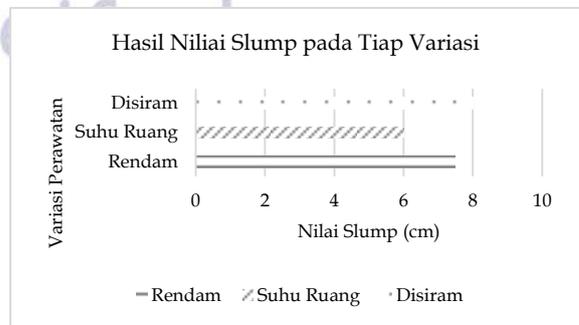


Grafik 1 Nilai slump pada tiap variasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Karakteristik Beton Segar

Pengujian beton segar pada penelitian ini adalah melakukan uji *slump*. Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan pada benda uji beton.



Grafik 1 Nilai slump pada tiap variasi

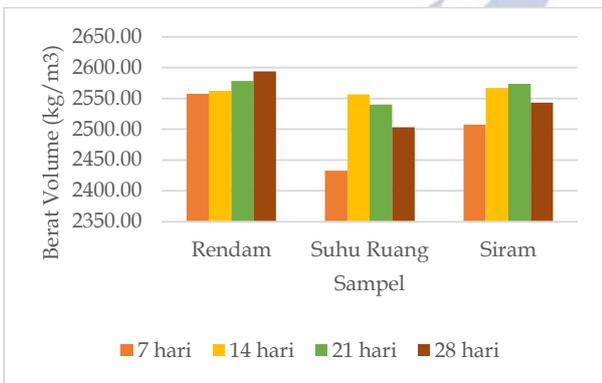
Dari hasil pengujian *slump* test pada tiga variasi perawatan tabel 4.36, didapatkan nilai slump tertinggi pada variasi perawatan direndam sebesar 8 cm. Sedangkan yang paling rendah pada variasi diangin-

inginkan sebesar 6 cm, yang artinya tidak memenuhi nilai dari slump rencana 7,5-10 cm.

Hal ini dikarenakan beberapa faktor, yaitu perbedaan kondisi material yang digunakan dan waktu pengadukan yang berbeda-beda. Pada variasi diinginkan di suhu ruang, waktu pengadukan campuran beton memakan waktu yang lebih lama sehingga nilai slump yang didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan kedua variasi lainnya. Semakin lama waktunya menyebabkan semakin kecil nilai *slump* yang didapatkan.

2. Pengujian Berat Volume Benda Uji

Pengujian berat volume diambil dari berat benda uji sebelum dilakukan pengujian kuat tekan benda uji. Cara pengujiannya dengan mengukur berat benda uji dibandingkan dengan volume silinder benda uji.



Grafik 2 Rekapitulasi nilai berat volume pada masing-masing benda uji.

Berat volume dari perawatan direndam lebih tinggi dari perawatan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena berat benda uji beton setelah dilepas dari cetakan pada *curing* direndam relatif sama dengan berat benda uji beton saat akan diuji. Sehingga dapat diartikan bahwa kandungan air dalam beton tersebut tidak berkurang.

Berbeda dengan variasi perawatan lainnya yang mengalami pengurangan air pada beton. Hal itu dikarenakan perbedaan jenis perawatan dan air yang digunakan sebagai pengganti saat beton di dalam cetakan tidak sebanyak air pada perawatan direndam. Terlebih pada perawatan yang hanya diinginkan pada suhu ruang, yang tidak mendapatkan pengganti air beton yang hilang pada saat hidrasi semen.

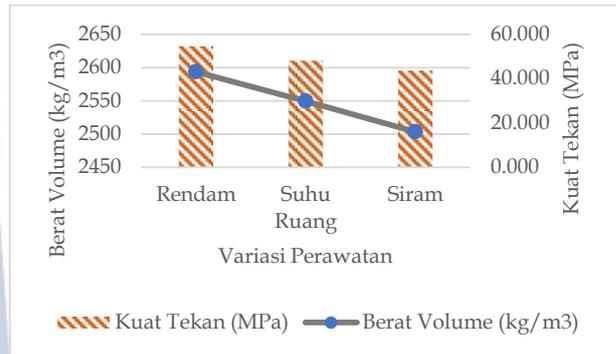
3. Analisa Berat Volume dan Kuat Tekan Beton HPC

Berat volume merupakan berat dari suatu benda uji per satuan volume dari benda uji tersebut. Beton normal adalah beton yang memiliki berat volume 2200 kg/m³-2500 kg/m³ dan beton berat memiliki berat volume diatas 2500 kg/m³. Pada beton *high performance concrete* dengan penambahan substitusi agregat berupa EAFS sebesar 30% di penelitian ini, sebagian besar benda uji tergolong pada kelas beton

berat karena memiliki berat volume di atas 2500 kg/m³ (SNI 7656:2012).

Kuat tekan beton merupakan kemampuan benda uji beton untuk menerima gaya tekan dari luar persatuan luas penampang, yang menyebabkan benda uji beton akan hancur dengan tekanan tertentu.

Berat volume dari suatu benda uji beton seharusnya berbanding lurus dengan kuat tekannya. Semakin besar nilai berat volume, maka nilai kuat tekan beton yang dihasilkan oleh benda uji tersebut juga ikut besar, dengan catatan benda uji tidak mendapatkan perbedaan perlakuan.



Grafik 3 Kuat tekan vs berat volume pada beton umur 28 hari

Hubungan antara berat volume dan kuat tekan berbanding lurus. Semakin besar berat volume, maka semakin besar pula nilai kuat tekan yang dihasilkan dari benda uji. Hal ini dikarenakan besar dari nilai berat volume dihasilkan dari seberapa padat dan rapatnya material-material yang mengisi rongga dari masing-masing benda uji beton sehingga membuat benda uji menjadi lebih berat dan dapat meningkatkan kuat tekan dari beton tersebut.

4. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Kuat tekan beton merupakan kemampuan benda uji beton untuk menerima gaya tekan dari luar persatuan luas penampang, yang menyebabkan benda uji beton akan hancur dengan tekanan tertentu.

Pengujian kuat tekan benda uji dilakukan setiap umur pengujian yaitu umur benda uji 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Setiap pengujian kuat tekan pada masing-masing umur benda uji terdapat 3 sampel silinder benda uji. Pengujian dilakukan menggunakan alat *Universal Compressive Strength Testing Machine* di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Perawatan beton merupakan suatu langkah atau tindakan yang dilakukan untuk memberikan kesempatan pada beton guna mengembangkan kekuatannya secara sempurna. perawatan dilakukan ketika beton mulai mengeras dengan tujuan agar air yang terkandung dalam beton tidak cepat menguap. Proses *curing* atau perawatan adalah hal penting yang

perlu dilakukan karena memengaruhi kualitas dan kekuatan beton.



Grafik 4 Rekapitulasi nilai kuat tekan benda uji

Benda uji dengan perawatan disiram memiliki kuat tekan yang tinggi karena kualitas dari perawatan yang cukup bagus sehingga tidak menyebabkan panas hidrasi yang berlebihan, maka dari itu kuat tekan yang dihasilkan tidak terlalu rendah.

Benda uji dengan variasi *curing* diinginkan mengalami penurunan kuat tekan yang lebih dominan dibandingkan dengan variasi *curing* disiram. Hal ini disebabkan permukaan beton yang telah dilepas dari bekisting tidak lagi lembab, sehingga udara panas akan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sampai air dari dalam beton segar mengalir keluar dan beton segar kehilangan air untuk panas hidrasi. Reaksi yang selanjutnya dapat terjadi adalah timbul retak-retak pada permukaannya dan sifat-sifat beton yang tidak diinginkan dapat berkembang dengan baik.

Di lapangan, beton biasa *dicuring* menggunakan penyiraman air secara berkala agar permukaan selalu lembab, menutupi permukaan beton dengan sak atau membran yang telah dibasahi dengan air. Pekerjaan konstruksi beton di lapangan jarang menggunakan sistem *curing* direndam karena keterbatasan kondisi lapangan.

SIMPULAN

Sebelum membuat benda uji beton, hal yang perlu dilakukan adalah melakukan pra-laboratorium guna mengetahui karakteristik dari masing-masing bahan. Kemudian dilanjutkan dengan membuat mix design sesuai dengan kebutuhan menurut aturan yang berlaku untuk mengetahui proporsi bahan yang diperlukan untuk dilakukan pengecoran. Kesimpulan dari penelitian ini adalah jenis perawatan yang paling optimum untuk digunakan pada beton berdasarkan hasil kuat tekannya menggunakan jenis perawatan direndam. Hal itu dikarenakan perawatan jenis ini mampu mendapatkan nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dibanding kedua perawatan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Angjaya, N., & H. Tanudjaja. (2013). Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton dengan Perawatan pada Elevated Temperature dan Perawatan dengan Cara Perendaman serta Tanpa Perawatan. *Jurnal Sipil Statik*, 153-158.
- Anisya, L. N., Ashari, M. L., & Dermawan, D. (2017). Pemanfaatan Limbah Padat Debu EAF pada Perusahaan Peleburan Baja sebagai Pengganti Semen pada Campuran Beton. *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*, 567-372.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI-03-2847-2002 Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 1974-2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 2493-2011 Tentang Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal. Jakarta: BNN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 7656-2012 Tentang Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal. Jakarta: BBN.
- Dewi, V. T., Ashari, M., & Dermawan, D. (2017). Analisis Pengaruh Limbah Slag dan Debu EAF (Electric Arc Furnace) terhadap Uji SEM, Uji Kuat Tekan Beton, dan Uji TCLP. *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*, 292-296.
- Irawan, R. R. (2012). *Beton Kinerja Tinggi, Teknologi dan Aplikasi di Indonesia*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Khafaga, M. A., Fahmy, W. S., Sherif, M. A., & Mohamed, A. A. (2014). Properties of High Strength Concrete Containing Electric Arc Furnace Steel Slag Agregate. *Journal of Engineering Sciences*, 582-608.
- Mulyono, I. T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Nasruddin, Sampebulu, V., & Mushar, P. (2016). Analisis Pengaruh Metode Perawatan Beton (*Dry and Wet Curing*) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Perkuatan Serat Baja, Serat Sintetik, dan Serat Alami. *Temu Ilmiah IPLBI 2016*, 13-18.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Pujianto, A. (2011). Beton Mutu Tinggi dengan Admixture Superplastisizer dan Aditif Silicafume. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 177-185.