

PEMANFAATAN ELECTRIC ARC FURNACE SLAG PADA BETON KINERJA TINGGI DENGAN FAS BERVARIASI

Mochammad Abduwuh

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: mochammadabduwuh@mhs.unesa.ac.id

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

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Beton kinerja tinggi atau *High Performance Concrete (HPC)* adalah beton yang memiliki sifat-sifat istimewa yang dirancang untuk memenuhi beberapa keuntungan dalam pelaksanaan struktur beton. Kerikil merupakan sumber daya alam yang akan habis dan tidak dapat diperbarui bila digunakan pada jangka waktu yang panjang. Oleh sebab itu diperlukan bahan pengganti yang berfungsi sama dengan kerikil yaitu *electric arc furnace slag*.

Tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah menganalisis kuat tekan beton pada masing-masing variasi FAS pada beton kinerja tinggi dengan bertambahnya jumlah semen. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian kuat tekan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

Hasil penelitian menunjukan bahwa diantara variasi FAS 0.24, 0.28, 0.32, 0.36, 0.40 didapat kuat tekan beton terbesar pada variasi FAS 0.40 dengan hasil kuat tekan sebesar 55.598 MPa pada hari ke-28. Sedangkan kuat tekan terendah berada pada variasi FAS 0.24 yaitu sebesar 15.067 MPa. Kuat tekan beton bergantung pada variasi FAS yang digunakan.

Kata Kunci: *high performance concrete, electrical arc furnace slag, superplasticizer, variasi FAS*

Abstract

High Performance Concrete (HPC) is concrete has special properties designed to meet several advantages in the implementation of concrete structures. Gravel is a natural resources will run out and cannot be renewed if used for a long time. Therefore gravel need a substitute material that functions the same as gravel, the *electric arc furnace slag*.

The purpose of this study was to analyze the compressive strenght of concrete in each variation by replacing gravel by electrical arc furnace slag of 30% and determining the optimum water cement ratio standart. The specimen is cylindrical with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. Compressive strength testing at 7, 14, 21 and 28 days.

The results of the study show that among FAS variations of 0.24, 0.28, 0.32, 0.36, 0.40, the greatest compressive strength was obtained at the FAS 0.40 variation with a compressive strength of 55.598 MPa on the 28th day. The lowest strength result of FAS 0.24 which is equal to 15,067 MPa. Concrete compressive strength depends on the variation of FAS used.

Keywords: *high performance concrete, electrical arc furnace slag, superplasticizer, FAS varies*

PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu material kontruksi yang tersusun dari agregat (kerikil + pasir), semen dan air dengan zat additive atau admixture maupun tidak. Beton berkinerja tinggi harus memperhatikan beberapa faktor seperti : material, proporsi campuran dan cara pengerjaannya. Beberapa faktor diatas, material merupakan sumber daya alam yang akan habis dan tidak dapat diperbarui bila digunakan pada jangka waktu yang panjang. Seperti hal nya semen dan kerikil, sumber daya dari kapur alam dan batu alam akan habis jika digunakan terus menerus.

Agar dapat mengurangi dampak dari penggunaan semen dan kerikil pada beton serta mengatasi keterbatasan material, dibutuhkan adanya alternatifatif bahan pengganti yang lebih rama lingkungan.

Electric arc furnace slag (EAFS) adalah hasil dari residu pembakaran tanur tinggi, dihasilkan oleh industri peleburan baja PT. Ispat Indo yang bentuknya menyerupai kerikil. EAFS merupakan bahan sisa dari pengecoran besi, dimana prosesnya memakai dapur (*furnance*) yang bahan bakarnya dari udara yang ditupkan (*blast*).

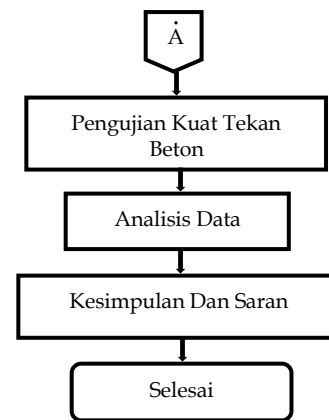
Menurut *America Concrete Institute* (ACI), beton kinerja tinggi atau *High Performance Concrete* (HPC) adalah beton yang memenuhi kombinasi khusus persyaratan kinerja dan keseragaman yang tidak selalu dapat dicapai secara rutin menggunakan konstituen konvensional dan praktik pencampuran, penempatan dan pengeringan yang normal. Performa tinggi beton bukan jenis beton tunggal, melainkan beton yang direkayasa untuk memiliki sifat tertentu yang cocok untuk aplikasi konstruksi tertentu.

Teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah pengolahan limbah industri untuk digunakan sebagai bahan baku atau material bangunan. Dengan penemuan inovasi-inovasi bahan tersebut, diharapkan dapat menggantikan bahan bangunan. Sehingga dapat menekan biaya produksi serta mengurangi limbah industri.

Maka dari itu pada penelitian ini menggunakan *electrical arc furnace slag* sebagai pengganti kerikil dan *superplasticizer* sebagai admixture pada beton kinerja tinggi dengan *fas* yang bervariasi guna untuk mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental dimana untuk mendapatkan data-data dan hasil penelitian dengan melakukan pengujian dan penelitian di laboratorium. Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi variasi W/C pada beton kinerja tinggi. Populasi dalam penelitian ini adalah data hasil pengujian silinder beton berupa data kuat tekan beton. Benda uji dalam penelitian ini adalah silinder 10x20 yang kemudian akan diuji dengan uji kuat tekan pada saat beton berumur 7, 14, 21 dan 28 hari.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian XRF *Electrical Arc Furnace Slag*

Pengujian kandungan kimia *electrical arc furnace slag* menggunakan bantuan alat x-ray fluorescence yang dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang.

Tabel 1. Kandungan kimia EAFS

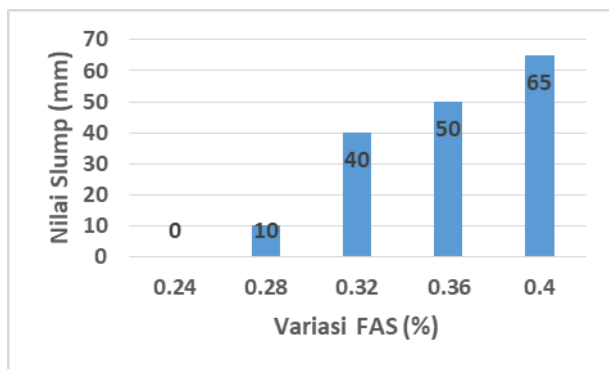
<i>Electrical Arc Furnace Slag</i>		
PT. Ispat Indo		
Senyawa	Nilai	Satuan
Al ₂ O ₃	2,8	%
SiO ₂	7,6	%
P ₂ O ₅	0,58	%
SO ₃	0,46	%
CaO	29,4	%
TiO ₂	0,52	%
V ₂ O ₅	0,081	%
Cr ₂ O ₃	0,947	%
MnO	3,35	%
Fe ₂ O ₃	53,24	%
CuO	0,068	%
ZnO	0,26	%
Re ₂ O ₇	0,2	%
HgO	0,43	%

2. Pengujian Nilai Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui *workabilitas* adukan beton. Pengujian dilakukan pada tiap variasi FAS pada campuran adukan beton.

Tabel 2. Nilai Slump Adukan Beton

FAS	Nilai Slump (mm)
0.24	0
0.28	10
0.32	40
0.36	50
0.40	65



Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai Slump vs Variasi FAS

Berdasarkan Gambar 2, hasil dari slump bervariasi dan terlihat semakin meningkat. Berbedanya nilai dari slump, diakibatkan oleh besar kecilnya *workability* yang didapat. Semakin kecil *workability* yang didapat, menyulitkan dalam hal pengecoran.

3. Pengujian Berat Volume Beton

Pengujian berat volume pada penelitian ini diambil dari perbandingan antara hasil pengujian berat benda uji sebelum dilakukan kuat tekan dengan volume silinder beton 10 x 20 cm. Variasi dari FAS berpengaruh pada peningkatan berat volume ini. Hasil pengujian berat volume seperti pada Gambar 3.

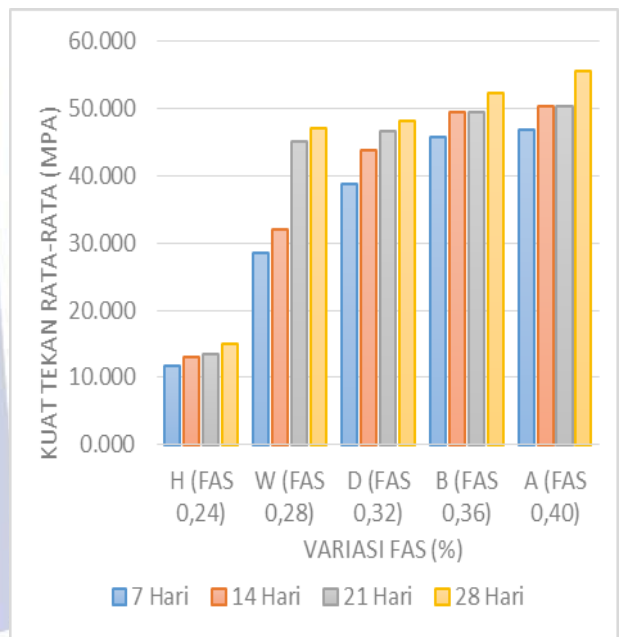


Gambar 3. Grafik Berat Volume Benda Uji Umur 7, 14, 21, & 28 Hari

Berdasarkan Gambar 3, didapat hasil berat volume yang bervariasi. Bervariasinya berat volume disebabkan karena proporsi dari perhitungan *mix design*, menunjukkan bahwa pada FAS 0,36 memiliki berat volume lebih besar dibandingkan yang lain, akan tetapi pada pembuatan FAS 0,24 tidaklah memenuhi standart kriteria yang diinginkan. Gagalnya benda uji tersebut dikarenakan tidak sama nya kepadatan dari masing-masing benda uji.

4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji tiap umur 7, 14, 21 dan 28 hari dengan kuat tekan yang direncanakan (f'_{cr}) sebesar 45 MPa. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 4.

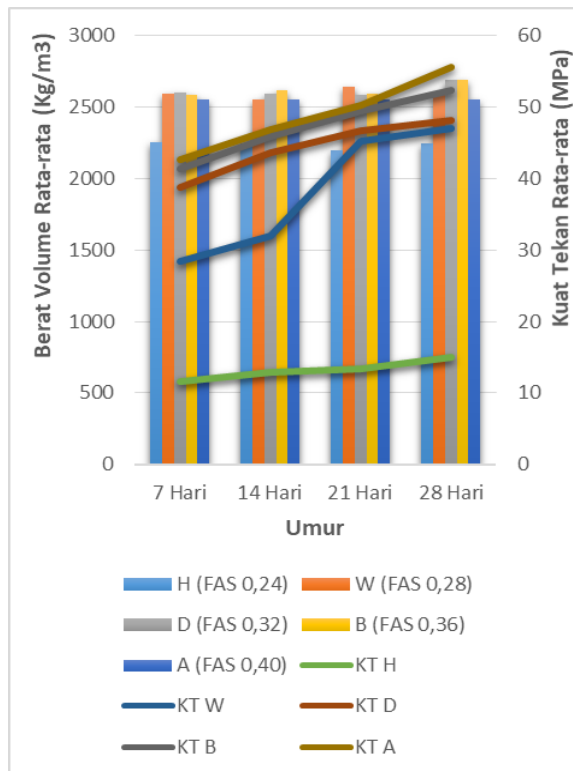


Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan peningkatan kuat tekan pada masing-masing variasi FAS pada setiap umur pengujian. Hasil tertinggi dicapai pada variasi FAS 0.40 dengan nilai kuat teka sebesar 55.598 MPa , sedangkan hasil terendah pada variasi FAS 0.24 dengan nilai kuat tekan sebesar 15.067 MPa, dikarenakan kondisi beton banyak rongga.

5. Hubungan Berat Volume dengan Kuat Tekan Beton

Hubungan kuat tekan beton dengan berat volume pada beton tidaklah berbanding lurus pada penelitian yang dibuat ini. Hal ini disebabkan oleh perbedaan variasi FAS dan perbedaan proporsi *mix design* dan pemadatan beton segar ke dalam silinder yang tidak bisa selalu sama. Ketidak samaan dalam takaran *mix design* berpengaruh sekali pada berat volume dalam penelitian yang dilakukan ini.



Gambar 5. Grafik Hubungan Berat Volume Vs Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 5, kuat tekan tertinggi ada pada variasi FAS 0,40 sebesar 55,598 MPa dengan berat volume sebesar 2551 Kg/m³ pada umur 28 hari. Sedangkan kuat tekan terendah berada pada variasi FAS 0,24 sebesar 15,067 MPa dengan berat volume sebesar 2246 Kg/m³. Tidak kesesuaian mutu disebabkan oleh semakin banyaknya semen OPC dan minimnya air yang ada pada variasi FAS tersebut. Semakin banyak semen pada penelitian ini, maka mengakibatkan workability yang rendah sehingga beton mengalami rongga yang membuat kuat tekan beton rendah.

SIMPULAN

Hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan yaitu nilai kuat tekan beton tertinggi pada variasi benda uji beton FAS 0,40 dengan hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari sebesar sebesar 55,598 MPa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada kelima variasi faktor air semen (0,24 ; 0,28 ; 0,32 ; 0,36 ; 0,40), nilai slump semakin kecil seiring bertambahnya semen yang berpengaruh pada hasil kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Achmadi, 2009. *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus dan Agregat Kasar Dengan Aplikasi Superplasticizer dan Silicafume*, Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- Anonim, 1991. *SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- American Society for Testing and Materials Standard, 1995. *ASTM C.989: Standard Spesification For*

Ground Granulated Blast-Furnace Slag For Use In Concrete And Mortar. USA : ASTM Internasional.

- Antoni dan Paul Nugraha, 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 1989. *SK SNI S-04-1989-F : Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990. *SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002. *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002. *Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton*. SNI 03-6815-2002.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *SNI 1970-2008 : Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 03-2847-2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cindika, Afifa. 2008. *Penggunaan High Strength Composite Dalam Pembuatan Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- Khafaga, 2014. *Properties Of high Strenght Concrete Containing Elecktric Arc Furnace Steel Slag Aggregate*, Tesis, Assiut University.
- Murdock, L.J. 1986. (Alih Bahasa oleh Stephanus Hendarko) *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Murdock, L. J., Brook, K. M., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G, 1985. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*, Terjemahan Bambang Suryoatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Sugiyanto, dkk, 2000. *Bahan Bangunan I (Buku Ajar)*. Bandar Lampung. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Tjokrodinuljo, K, 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Tjokrodinuljo, Kardiyo, 2012. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Vesti Triana Dewi, 2017. *Kajian Analisis Pengaruh Limbah Slag dan Debu EAF (Elecktric Arc Furnace) Terhadap Uji SEM, Uji Kuat Tekan Beton dan Uji TCLP*, Tesis, Politeknik perkapalan Negeri Surabaya.
- Yeda Febry Ananda. 2017. *Kajian Pengaruh Waktu Campur dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan dan kuat Tarik Belah Beton 1 Hari dengan Bahan Tambah Fly Ash Abu Limbah Batu Bara*, Tesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

