

KARAKTERISTIK MEKANIS BETON YANG MENGGUNAKAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT HALUS

Oleh:

Hijriah¹⁾, Nur Hadijah Yunianti²⁾

E-mail: hijriah_civil@ymail.com¹⁾, nurhadijahyunianti@gmail.com²⁾

^{1,2)} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

ABSTRACT

The demand for environmentally friendly concrete mixtures is currently increasing due to an increase in global temperatures. Therefore, innovation is needed in the world of Civil Engineering to produce structures that can reduce global warming. One alternative that can be taken is by utilizing materials from environmentally friendly products such as Iron Slag. This study aims to determine the characteristics of the aggregate and to analyze the strength of the concrete mixture using Iron Slag as a substitute for fine aggregate.

This research is an experimental study which was conducted in the Laboratory of Concrete and Structural Materials, Bosowa University. Variations in the test object were the levels of addition of Iron Slag with levels of 0%, 25% and 50%. The test object will be observed at the age of 28 days, where the number of test objects is 29 pieces. The tests carried out include testing the characteristics of the materials used, both coarse and fine aggregates, as well as testing the compressive strength of the concrete.

Based on the results of the research analysis, it was concluded that Iron Slag waste met the criteria as fine aggregate for concrete mixtures.

Keywords: Iron Slag, Mechanical Characteristics of Concrete.

ABSTRAK

Permintaan akan campuran beton yang ramah lingkungan saat ini semakin meningkat karena terjadi peningkatan suhu dunia secara global. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi dalam dunia Teknik Sipil untuk menghasilkan struktur yang mampu mengurangi pemanasan global. Salah satu alternatif yang dapat ditempuh adalah dengan memanfaatkan material dari sisa hasil produksi yang ramah lingkungan seperti *Iron Slag*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat dan menganalisis bagaimana kekuatan dari campuran beton yang menggunakan *Iron Slag* sebagai bahan substitusi pada agregat halus.

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Bahan Struktur Universitas Bosowa. Variasi benda uji yaitu pada kadar penambahan *Iron Slag* dengan kadar 0%, 25% dan 50%. Benda uji akan diamati pada umur 28 hari, dimana jumlah benda uji sebanyak 29 buah. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian karakteristik material yang digunakan baik itu agregat kasar maupun agregat halus serta pengujian kuat tekan beton.

Berdasarkan hasil analisis penelitian disimpulkan bahwa limbah *Iron Slag* memenuhi kriteria sebagai agregat halus untuk campuran beton.

Keywords: Iron Slag, Karakteristik Mekanis Beton.

A. PENDAHULUAN

Bagi industry - industri yang menghasilkan material hasil produksi

sampingan yang tidak diolah dan dibiarkan menumpuk begitu saja, maka hal tersebut menjadi pemicu terjadinya pencemaran bagi lingkungan disekitarnya. Limbah seperti

inilah yang menjadi isu permasalahan lingkungan akhir-akhir ini yang membutuhkan solusi penanganan. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi dalam dunia Teknik Sipil. Salah satu alternatif solusi yang ditawarkan adalah memanfaatkan limbah tersebut menjadi bahan material campuran beton.

Industri Baja adalah salah satu industri logam dasar yang termasuk dalam industri hulu yang merupakan salah satu industri strategis di Indonesia. Sektor ini memainkan peran utama dalam memasok bahan baku untuk pembangunan di berbagai bidang. Dalam proses produksinya, industri baja menghasilkan residu yang jika tidak dimanfaatkan akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang disebut dengan *Iron slag*.



Gambar 1. *Iron Slag*

Penggunaan *Iron Slag* pada beton telah banyak dilakukan baik untuk beton berkekuatan tekan tinggi (*high strength concrete*) maupun untuk beton ringan (*light weight concrete*). Material *slag* juga boleh digunakan untuk penimbunan di atas tanah atau tanah dasar yang permukaan air tanahnya minimum 1 meter. Untuk *slag* sebagai bahan lapis pondasi, syarat umum yang ditetapkan yaitu harus berasal dari limbah hasil peleburan biji besi atau baja dan tidak boleh ada penambahan bahan lain ke

agregat *slag* yang memiliki perbedaan berat jenis lebih dari 0,2.

Untuk keperluan tertentu terkadang campuran beton tersebut masih ditambahkan bahan tambah berupa zat-zat kimia tambahan (*chemical additive*) dan mineral/material tambahan. Zat kimia tambahan tersebut biasanya berupa serbuk atau cairan yang secara kimiawi langsung mempengaruhi kondisi campuran beton. Sedangkan mineral/material tambahan berupa agregat yang mempunyai karakteristik tertentu. Penambahan zat-zat kimia atau mineral tambahan ini diharapkan dapat merubah performa dan sifat-sifat campuran beton sesuai dengan kondisi dan tujuan yang diinginkan, serta dapat pula sebagai bahan pengganti sebagian dari material utama penyusun beton.

Pada penelitian ini digunakan zat *additive* berupa *Superplasticizer* yang merupakan Tipe F (*High Range Water Reducer*). Bahan kimia ini berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi.

Berbagai penelitian tentang *Iron Slag* telah dilakukan sebelumnya dan menyimpulkan bahwa penggunaan *Iron Slag* pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton, mengurangi poros hidrasi dan menurunkan suhu. Persentase penambahan slag baja sebesar 100% dengan FAS 0,4 menghasilkan kuat tekan beton sebesar 44.979 N/mm² (Hanif (2012).

Menurut Prashanna, dkk (2014) yang mengatakan bahwa penggunaan slag baja sebagai pengganti agregat pada campuran

beton, tidak memberikan pengaruh yang buruk terhadap kelecanan/workability beton.

Dalam penelitian ini, peneliti akan mengidentifikasi apakah *Iron Slag* memenuhi kriteria untuk digunakan sebagai material substitusi agregat halus dan bagaimana pengaruhnya terhadap karakteristik mekanis beton dalam hal kuat tekan beton.

B. METODE PENELITIAN

1. Benda Uji

Sampel benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 29 buah. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Material yang digunakan untuk membuat campuran benda uji adalah semen PCC, pasir alami, batu pecah, *Iron Slag* yang diambil dari pabrik PT. Barawaja, Makassar dan *Superplasticizer*. Variasi *Iron Slag* yaitu 0%, 25% dan 50% sebagai bahan pengganti agregat halus.

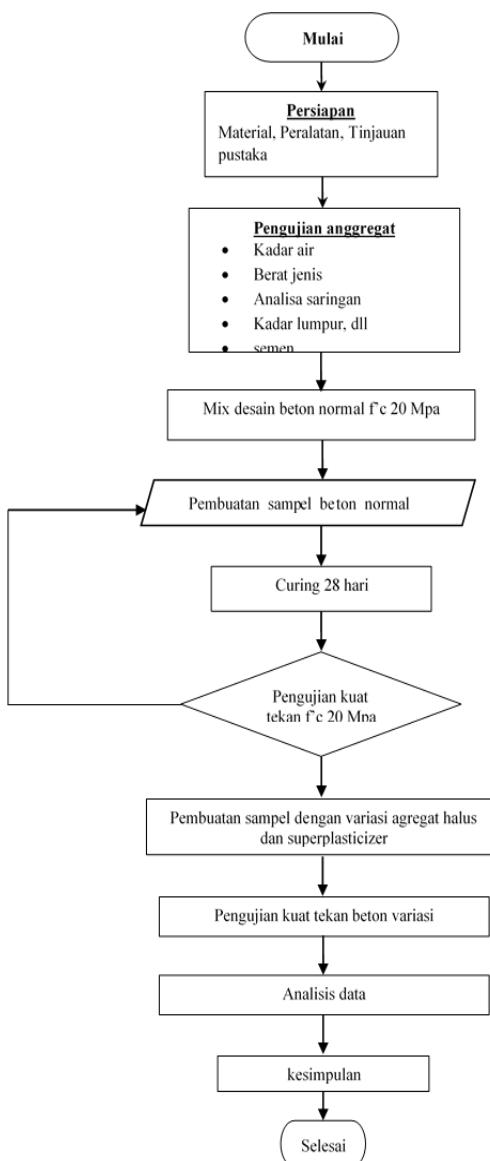
Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Jumlah benda uji pada masing-masing variasi *Iron Slag* adalah 3 buah, seperti yang terlihat tabel 2. Adapun hasil pengujian karakteristik iron slag diperoleh dari hasil pengujian laboratorium seperti yang terlihat pada tabel 1 (*terlampir*)

2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri atas persiapan bahan dan alat, pengujian karakteristik agregat penyusun beton, perancangan *mix design*, pembuatan sampel benda uji, dan pemeriksaan sifat-sifat mekanis beton. Secara umum tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Tahap pertama dilakukan studi kajian pustaka, literatur review dan persiapan bahan maupun peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji.

- Tahap kedua dilakukan pengujian karakteristik masing-masing agregat penyusun beton meliputi pengujian kadar lumpur, kadar air, berat isi, absoprsi dan berat jenis.
- Tahap ketiga dilakukan pembuatan sampel benda uji dengan merancang terlebih dahulu mix design campuran beton menggunakan metode DOE. Setelah itu baru dilakukan pengecoran benda uji berupa beton normal dan beton variasi kadar *Iron Slag* 0%, 25 % dan 50 % dengan bahan tambah zat additive *superplasticizer*.
- Pada tahap keempat, setelah dilakukan pengecoran benda uji maka dilakukan perawatan (*curing*) dengan cara beton dimasukkan dalam bak perendaman air selama 28 hari.
- Tahap kelima. Setelah dilakukan *curing*, beton diangkat dari bak perendaman kemudian diberikan *capping* untuk dilakukan pengujian kuat tekan beton.
- Setelah diperoleh data hasil pengujian maka pada tahap keenam dilakukan analisa data.
- Dan terakhir pada tahap ketujuh dapat ditarik kesimpulan terhadap semua hasil dari analisa.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. Mix Design

Desain rancangan campuran beton variasi mengacu pada SNI 03-2834-2000. Dalam rancangan campuran beton variasi digunakan *iron slag* sebagai pengganti sebagian pasir dan mineral *additive Superplasticizer* untuk mempercepat pencapaian mutu beton lebih awal dan memudahkan penggerjaan di lapangan, adukan menjadi lebih encer (*workability*). Tabel 3 menunjukkan komposisi adukan beton variasi pada tiap kali pencampuran yang digunakan pada penelitian ini. (terlampir)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian bahan dan benda uji dilaksanakan sesuai dengan tata cara dan standar pengujian yang terdapat pada standar SNI.

1. Pengujian Karakteristik Agregat

Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan berasal dari Pakkatto, Gowa. Material tersebut sebelum digunakan harus dilakukan pengujian karakteristik terlebih dahulu, untuk mengetahui apakah material tersebut memenuhi syarat sebagai material campuran beton.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh melalui pengujian karakteristik agregat dapat dilihat pada tabel 4 dan 5, disimpulkan bahwa agregat halus dan agregat kasar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai material campuran beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4 (terlampir)

2. Pengujian Slump Test

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui workability beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Nilai *slump* adalah nilai yang diperoleh dari hasil uji *slump* dengan cara beton segar diisikan ke dalam suatu corong baja berupa kerucut terpuncung, kemudian bejana ditarik ke atas sehingga beton segar meleleh ke bawah.

Workability beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

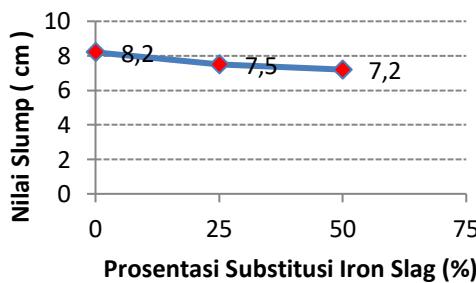
- Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
- Kelekanan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
- Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
- Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan

- kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*)
- e) Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*)

Namun selain besaran nilai *slump*, yang harus diperhatikan untuk menjaga kelayakan pengerajan beton segar adalah tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan pada saat pengujian *slump* dilakukan.

Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak.

Workability (kemudahan pengerajan) beton dapat dilihat dari *slump* yang terjadi. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah pengerajan beton (*Workable*). Berikut hasil pengujian *slump* test untuk berbagai proporsi campuran pada table 6 (*terlampir*)



Gambar 3. Kondisi Slump dari Berbagai Proporsi



Gambar 4. Pengujian *Slump Test*

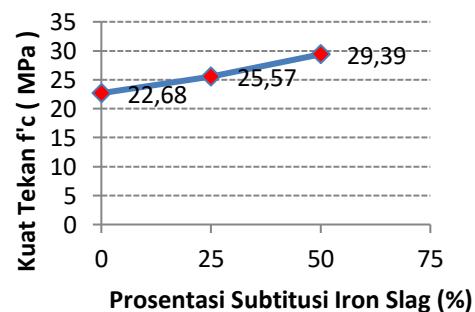
3. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan

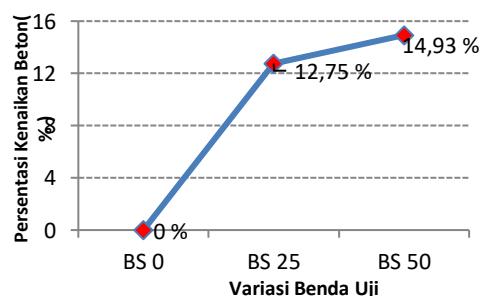
menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut (*P_{max}*).

Hasil kuat tekan rata-rata (*f_c*) beton normal dari 20 sampel benda uji adalah sebesar 20.55 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal kontrol telah memenuhi target kuat tekan beton yang direncanakan, sehingga agregat yang digunakan pada *mix design* beton normal dapat digunakan pula untuk *mix design* beton variasi. Sedangkan Hasil pengujian kuat tekan beton variasi disajikan pada Tabel 7 (*terlampir*)

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi *Iron Slag* 0%, 25% dan 50% berturut-turut sebesar 22.68 MPa, 25.57 MPa dan 29.39 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa *Iron Slag* sebagai pengganti sebagian agregat halus memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kuat tekan beton.



Gambar 5. Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 6. Persentasi Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Beton Normal

Penggantian sebagian agregat halus (pasir) dengan menggunakan Iron Slag dapat meningkatkan kuat tekan beton seperti yang terlihat pada gambar 6. Dimana diperoleh besarnya peningkatan persentasi kuat tekan beton variasi *iron slag* berturut-turut sebesar 12.75 % dan 14.93 % terhadap beton yang tidak menggunakan *Iron slag*.

D. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Material *Iron slag* dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus untuk campuran beton.
2. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan korelasi hubungan yang linier terhadap persentasi substusi *Iron slag*. Semakin besar persentasi penggunaan kadar *Iron slag* menyebabkan terjadinya peningkatan kuat tekan beton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DRPM Ristek DIKTI dan LPPM Universitas Bosowa atas bimbingan, bantuan dan kerjasamanya selama proses hibah Penelitian Dosen Pemula ini berlangsung. Selain itu juga diucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran di Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa dan pengelola Laboratorium Beton dan Bahan Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa atas bantuan dan kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Kaviya, K. Geetha, 2014, Experimental Study on Partial Replacement of Fine Aggregate by Steel Slag. International Journal of Innovative Research in

Science, Engineering and Technology, ISSN: 2319-8753, Vol. 3, Issue 11, November 2014, India.

Borole, et al., 2014, Steel Slag as a Substitute for Fine Aggregate in High Strength Concrete. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), ISSN: 2278-0181, Vol. 3 Issue 10, October- 2014, India.

Hanif, 2012, Penggunaan Steel Slag dengan Variasi FAS terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Terapan, REINTEK. Vol.7, No.2.Tahun 2012. ISSN 1907-5030. Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Mulyono, T. 2005. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Nugraha, Paul., dan Antoni, 2007, Teknologi Beton (Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi). Penerbit Andi Offset. Jogyakarta.

Prasanna, Khrisna., dan Kiranmayi, Venkata., 2014, Steel Slag as a Substitute for Fine Aggregate in High Strength Concrete, International Journal of Engineering Research and Technology, Vol 3, Issue 10, India.

Tangke Datu, Irka., 2019, Evaluasi Pemanfaatan Limbah Slag Baja Sebagai Agregat Halus Pada Produksi Beton Mutu Tinggi, Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2019 (pp.119-123), 978-602-60766-7-0.

Standard Nasional Indonesia (SNI).2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. SK SNI-17-1726-02.

Lampiran :**Tabel 1. Pemeriksaan Karakteristik Iron Slag**

No	Karakteristik	Hasil	Spek
1	Kadar Lumpur	5.98 %	0.2-6.0 %
2	Kadar Air	4.68 %	3.0 % - 5.0%
3	Berat Isi	1.56	1,4 - 1,9 gr/cm ³
4	Absorpsi	4.0 %	0.2-2 %
5	Berat Jenis SSD	3.19	1.6-3.2

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Irka Tangke Datu, 2019

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

No	Sampel	Kadar Iron Slag	SP	Jumlah
1	BN	0	0	20
2	BS 0	0	1%	3
3	BS 25	25	1%	3
4	BS 50	50	1%	3

Tabel 3. Komposisi kebutuhan bahan campuran beton variasi per 3 slinder

Kode	Semen	Pasir	Iron Slag	Air	SP	Bp 1-2
BS 0	6.03	11.42	0	3.29	0.06	16.5
BS 25	6.03	8.56	2.85	3.29	0.06	16.5
BS 50	6.03	5.71	5.71	3.29	0.06	16.5

Tabel 4. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

No.	Pengujian	Interval	Hasil
1	Kadar Lumpur	0.2 – 6.0 %	2.6 %
2	Kadar Air	3% - 5%	3.07 %
	Berat Isi	1,4 - 1,9 gr/cm ³	
3	- Lepas		1.3
	- Padat		1.5
4	Absorpsi	0.2 - 2%	0.78 %
	Berat Jenis Spesifik		
5	- Bj. Curah	1.6- 3.2	2.3
-	Bj. SSD	1.6- 3.2	2.3
-	Bj. Semu	1.6- 3.2	2.4

Tabel 5. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

No.	Pengujian	Interval	Hasil
1	Kadar Lumpur	Maks 1%	0.8%
2	Kadar Air	0.5% - 2%	0.9%
	Berat Isi	1,6 - 1,9 gr/cm ³	
3	Lepas	1,5	1.3
	Padat	1.6	1.5
4	Absorpsi	0.2 - 4%	2.6%
	Berat Jenis Spesifik		
5	- Bj. Curah	1.6- 3.2	2.6
-	Bj. SSD	1.6- 3.2	2.7
-	Bj. Semu	1.6- 3.2	2.8

Tabel 6. Kondisi Slump berbagai Proporsi Campuran

No.	Kode Sampel	Slump (mm)
1	BN	8.7
2	BS 0%	8.2
3	BS 25%	7.5
4	BS 50%	7.2

Sumber: Hasil Pengamatan Laboratorium

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi *Iron Slag*

Kode Sampel	No Benda Uji	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan
		(KN)	(Mpa)
BS 0	1	395.3	22.38
	2	417.8	23.65
	3	388.7	22.01
		Rata- rata	22.68
BS 25	1	447.2	25.32
	2	475.3	26.91
	3	432.5	24.49
		Rata- rata	25.57
BS 50	1	516.4	29.24
	2	532.3	30.14
	3	508.6	28.80
		Rata- rata	29.39