

EVALUASI PEMANFAATAN LIMBAH SLAG BAJA SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA PRODUKSI BETON MUTU TINGGI

Irka Tangke Datu¹⁾, Khairil²⁾

^{1),2)} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to evaluate the characteristics of iron slag material and compressive strength of high strength concrete with fine aggregate variation of Slag. The research began with testing the characteristics of the material then made a high-quality concrete design f'_c 50 MPa with a total of 30 cylindrical specimens (10cm diameter and 20cm height). Concrete designs made as many as three variations, respectively: variations using coarse aggregate of crushed stone combined with fine aggregate variations of 0%, 50%, and 100% iron slag. Concrete compressive strength testing is carried out at 28 days. The results of testing the characteristics of steel slag fine aggregate show the results met the requirements. The results of the compressive strength test of the average concrete for a variation of 0% iron slag of 46.8 MPa. For 50% variation of iron slag of 48.42 MPa and 100% variation of iron slag of 57.08 MPa.

Keywords: *fine aggregate, iron slag, high strength concrete, compressive strength*

1. PENDAHULUAN

Beton adalah suatu material hasil dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan Terkadang dengan satu atau lebih bahan tambah untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu.

Material limbah *slag* dapat diperoleh dalam jumlah besar dan berkelanjutan selama pabrik baja tersebut beroperasi. Sebagai contoh, salah satu pabrik baja yang dapat menghasilkan limbah *slag* tersebut adalah pabrik baja PT. Barawaja yang beroperasi di Kota Makassar, Propinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Berdasarkan hasil survey yang dilakukan, diperoleh informasi bahwa pabrik baja tersebut mampu menghasilkan limbah *slag* mencapai 14.00 ton per bulan, sehingga hal ini memungkinkan untuk digunakan secara berkelanjutan.

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah *slag* sebagai agregat kasar pada beton telah dilakukan oleh Irka Tangke datu (2012), dengan menggunakan mutu beton tinggi f'_c 55 MPa, rancangan beton dibuat sebanyak 4 variasi, masing-masing: agregat kasar slag 100% yang dikombinasi dengan fraksi volume serat 0%, 0,1%, 0,2 dan 0,3%. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari, selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik beton meliputi kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik belah. Hasil pengujian diperoleh bahwa Pengaruh Polypropylene Fiber pada matriks beton mutu tinggi yang menggunakan slag baja sebagai agregat kasar dapat meningkatkan sifat mekanis beton dan dengan slag baja sebagai agregat kasar menghasilkan peningkatan tegangan terbesar pada kuat lentur kemudian disusul oleh kuat tarik dan kuat tekan. Penelitian serupa dilakukan oleh Irka Tangke datu, dkk (2013), 4 variasi, masing-masing: variasi slag 100% yang dikombinasi dengan variasi ukuran maksimum agregat kasar slag 10mm, 20mm, 30mm, dan 40mm dengan mutu beton f'_c 55 MPa. Hasil pengujian diperoleh bahwa Pengaruh variasi ukuran maksimum agregat kasar *slag baja* terhadap sifat mekanis beton antara lain; kuat tekan relatif sama tidak terjadi perubahan yang signifikan ini dilihat dari nilai kuat. Hubungan korelasi variasi ukuran maksimum agregat kasar *slag baja* pada sifat mekanis beton cenderung tidak terjadi perubahan signifikan pada kuat tekan dan kuat tarik, yang mana variasi ukuran agregat kasar slag maksimum 20 mm, 30 mm dan 40 mm menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik yang relatif sama. Sedangkan kuat lentur untuk variasi variasi ukuran agregat kasar slag maksimum 20 mm dan 30 mm relatif sama sedangkan untuk ukuran agregat kasar slag maksimum 40 mm nilai kuat lentur menurun.

Penelitian pemanfaatan slag baja sebagai agregat halus telah dilakukan tahun 2016 dan hasilnya kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari diperoleh masing-masing benda uji Variasi 0% agregat halus slag baja S 0% 52,9 MPa, benda uji S 50% 75,73 Mpa dan benda uji benda S 100% 68,76 Mpa.

Sejak akhir tahun 2016 terjadi perubahan perlakuan penanganan pendinginan limbah slag baja di pabrik PT. Barawaja, hasil residu pembakaran tanur tinggi peleburan baja PT. Barawaja ini pendinginan tidak lagi

¹ Korespondensi penulis: Irka Tangke Datu, Telp 081355840462, irkatd@poliupg.ac.id

dilakukan secara alami karena kondisi tempat di lokasi yang tidak memungkinkan, sehingga pendinginan hasil residu pembakaran ini dilakukan dengan cara menyiram dengan air. Proses pendinginan dengan cara menyiram dengan air menghasilkan limbah slag dengan karakteristik berbeda dengan limbah slag yang dihasilkan dengan pendinginan alami yang telah diteliti sebelumnya. Karakteristik limbah slag dengan pendinginan menyiram air menghasilkan limbah slag yang rapuh (mudah hancur), karena perubahan karakteristik ini sehingga kami melakukan evaluasi kembali pemanfaatan slag baja sebagai agregat halus agar limbah slag baja ini tetap dapat dimanfaatkan.

2. METODE PENELITIAN

Rangkaian kegiatan penelitian terdiri atas persiapan bahan dan alat, pengujian karakteristik agregat, perancangan campuran, pembuatan sampel, dan pemeriksaan sifat-sifat mekanis beton. Secara umum prosedur penelitian dilakukan sebagai berikut:

- Persiapan bahan antara lain: semen PCC, agregat halus dan kasar, limbah *slag* baja (*steel slag*), air, *superplasticizer*, dan air bersih. Sedangkan alat uji yang disiapkan ; 1 (satu) set saringan, timbangan digital ketelitian 0,01 gr, timbangan biasa kapasitas 2500 kg, mesin pengaduk beton, cetakan silinder silinder 10 x 20 cm, mesin pemadat, mesin uji tekan kapasitas 1500 kN, dan lain-lain.
- Pengujian karakteristik material agregat (agregat kasar batu pecah, halus pasir dan slag baja) meliputi: analisa saringan, berat jenis, kadar air, keausan, berat isi, dan lain-lain.
- Selanjutnya dibuat rancangan beton (*mix design*) dengan rencana mutu beton tinggi f'_c 50 MPa. Rancangan beton dibuat sebanyak 3 variasi, masing-masing: variasi agregat halus slag baja 0%, 50%, 100%.
- Pembuatan benda uji meliputi: penakaran, pengadukan, pemadatan, dan perawatan beton dengan metode perendaman selama 27 hari. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 30 silinder \varnothing 10 cm t = 20cm dengan 3 variasi benda uji.
- Setelah mencapai umur 28 hari, selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik beton: uji kuat tekan silinder (standar ASTM C39 – 01) menggunakan alat *Compression Testing Machine*.
- Tahapan akhir dilakukan pengolahan data hasil pengujian, lalu dianalisis dan dibahas kemudian membuat kesimpulan hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik agregat halus dan agregat kasar diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel

1. Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus Pasir

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar Air	6,27	%	3,0 - 5,0	Relatif tinggi
2	Kadar Lumpur	7,34	%	0,2 - 6,0	Relatif tinggi
3	Modulus Kehalusan	2,83	-	2,2 - 3,1	Memenuhi
4	Berat Isi	1.418	kg/liter	1,4 - 1,9	Memenuhi
5	BeratJenis SSD	2.422	-	1,6 - 3,2	Memenuhi
6	Penyerapan	3.269	%	0,2 - 2,0	Relatif tinggi

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus Slag Baja

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar Air	4.68	%	3,0 - 5,0	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	5.983	%	0,2 - 6,0	Memenuhi
3	Modulus Kehalusan	3.55	-	2,2 - 3,1	Relatif kasar
4	Berat Isi	1.56	kg/liter	1,4 - 1,9	Memenuhi
5	BeratJenis SSD	3.19	-	1,6 - 3,2	Memenuhi
6	Penyerapan	4.015%	%	0,2 - 2,0	Relatif tinggi

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi
1	Kadar Air	1,961	%	0,5 - 2,0	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,245	%	0 - 1	Memenuhi
3	Modulus Kehalusan	7,627	-	5,5 - 8,5	Memenuhi
4	Berat Isi	1,257	kg/liter	1,6 - 1,9	Relatif rendah
5	Berat Jenis SSD	2,535	-	1,6 - 3,2	Memenuhi
6	Penyerapan	2,745	%	0,2 - 4,0	Memenuhi
7	Keausan	24,019	%	< 30	Memenuhi

Dari tabel 1, 2 dan 3 memperlihatkan hasil pengujian karakteristik material bahwa agregat kasar, agregat halus pasir dan agregat halus slag baja memenuhi syarat untuk digunakan.

Hasil pengujian kuat tekan (*Compressive Strength*) beton pada umur 28 hari variasi agregat halus slag baja 0%, 50% dan 100% dapat dilihat pada Tabel 4, 5, 6.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (0 % agregat halus slag)

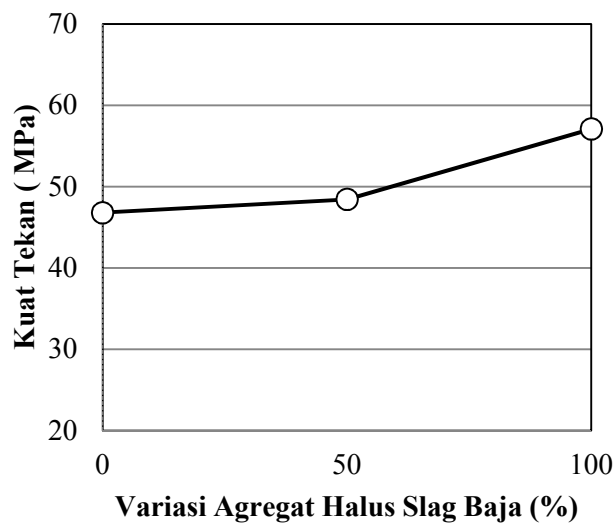
No.	Umur (hari)	Kode Sampel	Berat (kg)	Berat isi beton (kg/m ³)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	P _{Max} (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	SN 0-01	3,62	2305,73	200	7850,0	375,9	47,89
		SN 0-02	3,65	2324,84	200	7850,0	363,6	46,32
		SN 0-03	3,68	2343,95	200	7850,0	369	47,01
		SN 0-04	3,67	2337,58	200	7850,0	351,9	44,83
		SN 0-05	3,61	2299,36	200	7850,0	366	46,62
		SN 0-06	3,59	2286,62	200	7850,0	379,5	48,34
		SN 0-07	3,65	2324,84	200	7850,0	368	46,88
		SN 0-08	3,63	2312,10	200	7850,0	365	46,50
Kuat Tekan Rata-rata								46,80

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (50% agregat halus slag)

No.	Umur (hari)	Kode Sampel	Berat (kg)	Berat isi beton (kg/m ³)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	P _{Max} (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	SA 4-01	3,83	2439,49	200	7850,0	378,5	48,22
		SA 4-02	3,82	2433,12	200	7850,0	374,5	47,71
		SA 4-03	3,82	2433,12	200	7850,0	372,1	47,40
		SA 4-04	3,85	2452,23	200	7850,0	381	48,54
		SA 4-05	3,83	2439,49	200	7850,0	380,1	48,42
		SA 4-06	3,82	2433,12	200	7850,0	361,6	46,06
		SA 4-07	3,82	2433,12	200	7850,0	398,5	50,76
		SA 4-08	3,84	2445,86	200	7850,0	385	49,04
		SA 4-09	3,84	2445,86	200	7850,0	389,7	49,64
Kuat Tekan Rata-rata								48,42

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (100% agregat halus slag)

No.	Umur (hari)	Kode Sampel	Berat (kg)	Berat isi beton (kg/m ³)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	P _{Max} (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	SB 4-01	3,95	2515,92	200	7850,0	455,7	58,05
		SB 4-02	4,04	2573,25	200	7850,0	451	57,45
		SB 4-03	3,97	2528,66	200	7850,0	468,3	59,66
		SB 4-04	4,07	2592,36	200	7850,0	420,2	53,53
		SB 4-05	4,02	2560,51	200	7850,0	449	57,20
		SB 4-06	3,98	2535,03	200	7850,0	447,8	57,04
		SB 4-07	3,99	2541,40	200	7850,0	444,7	56,65
Kuat Tekan Rata-rata								57,08



Gambar 1. Hubungan Kuat Tekan – Variasi Agregat Halus Slag Baja

Dari tabel 4,5,6 dan gambar1 memperlihatkan kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari untuk variasi 0 % slag baja sebesar 46,8 Mpa, variasi 50% slag baja sebesar 48,42 Mpa dan variasi 100% slag baja sebesar 57,08 Mpa. Peningkatan kuat tekan beton terbesar terjadi pada variasi penggunaan 100% agregat halus slag baja.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil pengujian karakteristik material slag baja diperoleh hasil slag baja memenuhi syarat untuk digunakan sebagai pengganti agregat halus.
- 2) Penggunaan variasi 100 % agregat halus slag baja menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 57,08 Mpa.

5. DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 363 R-92. *State of The Art Report on High-Strength Concrete, (Reapproved 1997)*. American Concrete Institute. U.S.A., 1997
 Aitcin, P.C. . *High-Performance Concrete*. Taylor & Francis. New York, 1998

- American Standart for Testing and Material . *Annual Book of ASTM Standart Volume 04.02. Concrete and Agregates*. Philadelphia, 2002
- Amri, Sjafei. *Teknologi Beton A - Z*. Penerbit UI-Press. Jakarta, 2005
- Caldarone, Michael A. . *High-Strength Concrete : A Practical Guide*. Taylor & Francis. New York, 2009
- Federation Highway Administration (FHWA). *High Performance Concrete : Structural Desiger's Guide*. U.S.A, 2015
- McCormac,Jack C. *Desain Beton Bertulang Edisi kelima*. Terjemahan oleh Sumargo. 2004, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2004
- Nawy, Edward G., . *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*.Terjemahan oleh Bambang Suryoatmono. 1990. Bandung. PT. Eresco Bandung, 1985
- Nugraha, Paul., dan Antoni. *Teknologi Beton (Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi)*. Penerbit Andi Offset. Jogjakarta, 2007
- Rashid, M.A., M.A. Mansur, and P. Paramasivam. *Correlations between Mechanical Properties of High Strength Concrete . Journal of Material in Civil Engineering*. Vol. 14, No. 3 , pp. 230 – 238, 2002
- Tangke datu, Irka. 2013. *Krakteristik Mekanis Beton mutu Tinggi Polypropylene Fiber Yang Menggunakan Limbah Slag Sebagai Agregat Kasar . Proceedings : Seminar Nasional ke-III Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta*
- Tangke Datu, Irka, dkk. *Krakteristik Mekanis Beton mutu Tinggi dengan Variasi Ukuran Maksimum Agregat Kasar Limbah Slag baja . Jurnal Intek Volume 1 No.1, Oktober 2013*

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan terhadap penelitian ini kepada:

- Politeknik Negeri Ujung Pandang
- UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Laboratorium Bahan & Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang