

## STUDI EVALUASI PEMANFAATAN LIMBAH SLAG BAJA SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA PRODUKSI BETON MUTU TINGGI

Irka Tangke Datu<sup>1)</sup>, Yohanis Sarungallo<sup>1)</sup>, Abdul Nabi<sup>1)</sup>, Nurfadilah Said<sup>2)</sup>, Nuramanah Purta Shafar L.R.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This study aims to evaluate the characteristics of steel slag material and compressive strength of concrete with variation of slag coarse aggregate. The research began with testing the characteristics of the slag material, then made some concrete cylinder specimens in diameter of 10cm and 20cm in height, which was designed for high strength concrete with strength of over 50 MPa. Concrete specimens prepared in three sample variations that replaced by steel slag coarse aggregate of 0% (SV1), 50% (SV2), and 100% (SV3), respectively, and fine aggregate used 100% slag. Compressive strength of concrete specimens was carried out at 28 days after curing in water. The results showed that the characteristics of steel slag coarse aggregate met the requirement. In addition, the average compressive strength of concrete was obtained 51.79 MPa, 47.66 MPa, and 46.34 MPa for specimens of SV1, SV2, and SV3, respectively.

**Keywords:** coarse aggregate, steel slag, high strength concrete, compressive strength

### 1. PENDAHULUAN

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 tahun 2012 dan 2013 dan hasilnya adalah agregat kasar slag baja dapat direkomendasi digunakan sebagai pengganti agregat kasar batu pecah[1,2,3].

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 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 pada tahun 2019 kami melakukan penelitian evaluasi pemanfaatan slag sebagai agregat halus yang hasilnya adalah agregat halus slag baja memenuhi syarat untuk digunakan dan hasil pengujian 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].

Kemudian pada tahun ini kami akan melanjutkan melakukan evaluasi kembali pemanfaatan slag baja sebagai agregat kasar dengan menggunakan agregat halus slag baja 100% (rekomendasi hasil penelitian sebelumnya) dan variasi agregat kasar slag baja 0%, 50%, 100%.

Perubahan karakteristik agregat slag baja karena perubahan perlakuan penanganan pendinginan ini, menjadi latar belakang yang kuat untuk melaksanakan penelitian evaluasi terhadap pemanfaatan slag baja sebagai material pengganti dalam produksi beton dengan harapan limbah slag ini tetap dapat dimanfaatkan sebagai material berkelanjutan (sustainable). Penelitian yang diusul ini mendukung dan mewujudkan Renstra Penelitian Politeknik Negeri Ujung Pandang 2016-2020 bertema pengembangan rekayasa teknologi dan pengelolaan sumber daya yang mendukung agroindustri dan pertambangan.

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

## 2. METODE PENELITIAN

Rangkaian kegiatan penelitian terdiri dari persiapan bahan dan alat, pengujian karakteristik agregat, perancangan campuran beto  $f_c$  50 MPa metode DOE (*Department of Environment*) yang dibuat sebanyak 3 variasi, masing-masing: variasi agregat kasar slag baja SVI 0%, SV2 50%, SV3 100%. Untuk variasi 0% digunakan (0% slag baja rapuh + 100% Batu pecah), variasi 50% digunakan (50% slag baja rapuh + 50% Batu pecah) dan variasi 100% slag baja digunakan (50% slag baja rapuh + 50% slag leadle). pembuatan sampel masing-masing variasi 10 sampel silinder  $\varnothing$  10 cm t = 20cm jadi total 30 sampel silinder, kemudian dilakukan perawatan beton dengan metode perendaman selama 28 hari dan setelah mencapai umur 28 hari selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan silinder (standar ASTM C39 – 01) menggunakan alat *Compression Testing Machine* [5,6].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteritik agregat halus dan agregat kasar diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 1. Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar Slag

No	Uraian	Hasil Slag Rapuh	Hasil Slag leadle	Rujukan
1	Kadar Air	0,83%	0,14%	3%-5%
2	Kadar Lumpur	0,22%	0,14%	0,2%-6%
3	Modulus Kehalusan	7,32	7,4	2,2-3,1
4	Berat Isi	1,36kg/ltr	1,64kg/ltr	(1,4-1,9)kg/ltr
5	BeratJenis SSD	3,15	3,13	1,6-3,2
6	Penyerapan	3,41%	0,69%	0,2%-2%
7	Keausan	41,43%	10,6%	15 - 50 %
8	Kekerasan	52,6%	21,42%	< 30 %

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus Slag Baja

No	Uraian	Hasil	Rujukan
1	Kadar Air	4.68%	3%-5%
2	Kadar Lumpur	5.983%	0,2%-6%
3	Modulus Kehalusan	3.55	2,2-3,1
4	Berat Isi	1.56 kg/ltr	(1,4-1,9)kg/ltr
5	BeratJenis SSD	3.19	1,6-3,2
6	Penyerapan	4.015%	0,2%-2%

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil	Rujukan
1	Kadar Air	1,96 %	3% - 5%
2	Kadar Lumpur	0,25%	0% - 1%
3	Modulus Kehalusan	7,63	5,5 - 8,5
4	Berat Isi	1,26 kg/ltr	(1,4 - 1,9) kg/ltr
5	BeratJenis SSD	2,54	1,6 - 3,2
6	Penyerapan	2,75%	0,2% - 4%
7	Keausan	24,02%	< 30%

Dari tabel 1, 2 dan 3 memperlihatkan hasil pengujian karakteristik material agregat kasar slag baja, agregat halus slag baja dan agregat kasar batu pecah. Untuk agregat kasar slag baja rapuh tidak memenuhi syarat uji kekerasan sehingga tidak dapat digunakan 100%, untuk penggunaannya dilakukan variasi dengan batu pecah atau slag baja ladle.

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

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

No.	Umur (hari)	Kode Sampel	Berat (kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat isi (Kg/m <sup>3</sup> )	P <sub>Max</sub> (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	SV1-01	3.90	200	7850	2484.08	419.10	53.39
		SV1-02	3.95	200	7850	2515.92	447.32	56.98
		SV1-03	3.92	200	7850	2496.82	413.30	52.65
		SV1-04	3.96	200	7850	2522.29	408.59	52.05
		SV1-05	3.88	200	7850	2471.34	380.80	48.51
		SV1-06	4.00	200	7850	2547.77	394.10	50.20
		SV1-07	3.94	200	7850	2509.55	394.10	50.20
		SV1-08	3.90	200	7850	2484.08	407.18	51.87
		SV1-09	3.88	200	7850	2471.34	419.00	53.38
		SV1-10	3.90	200	7850	2484.08	382.40	48.71
<b>Rata-rata</b>						<b>2498.73</b>	<b>51.79</b>	

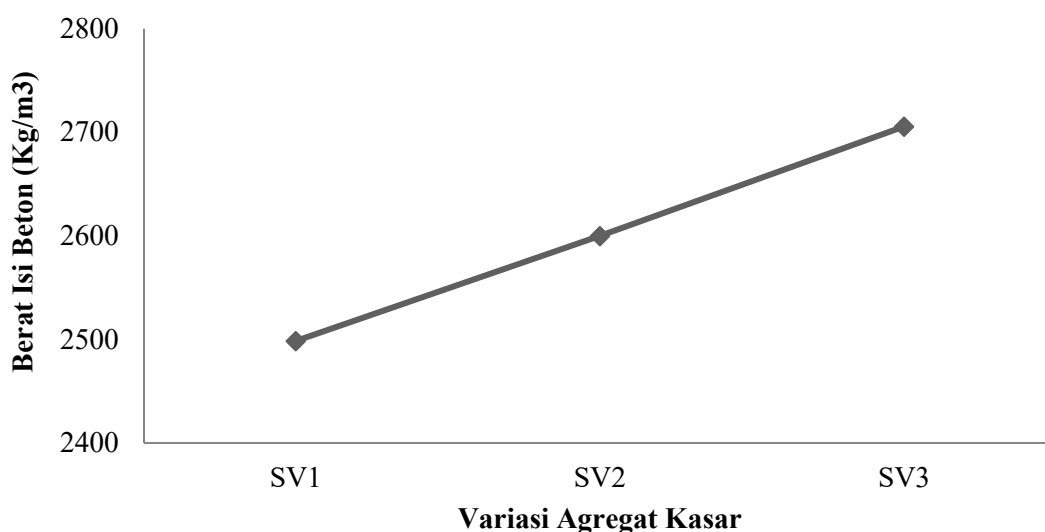
Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (50% agregat Kasar slag +50% Batu Pecah)

No.	Umur (hari)	Kode Sampel	Berat (kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat isi (Kg/m <sup>3</sup> )	P <sub>Max</sub> (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	SV2-01	4.04	200	7850	2573.25	384.70	49.01
		SV2-02	4.08	200	7850	2598.73	380.80	48.51
		SV2-03	4.06	200	7850	2585.99	359.70	45.82
		SV2-04	4.08	200	7850	2598.73	339.00	43.18
		SV2-05	4.14	200	7850	2636.94	390.40	49.73
		SV2-06	4.08	200	7850	2598.73	348.80	44.43
		SV2-07	4.08	200	7850	2598.73	367.40	46.80
		SV2-08	4.02	200	7850	2560.51	432.80	55.13
		SV2-09	4.20	200	7850	2675.16	402.50	51.27
		SV2-10	4.04	200	7850	2573.25	335.30	42.71
<b>Rata-rata</b>						<b>2600.00</b>	<b>47.66</b>	

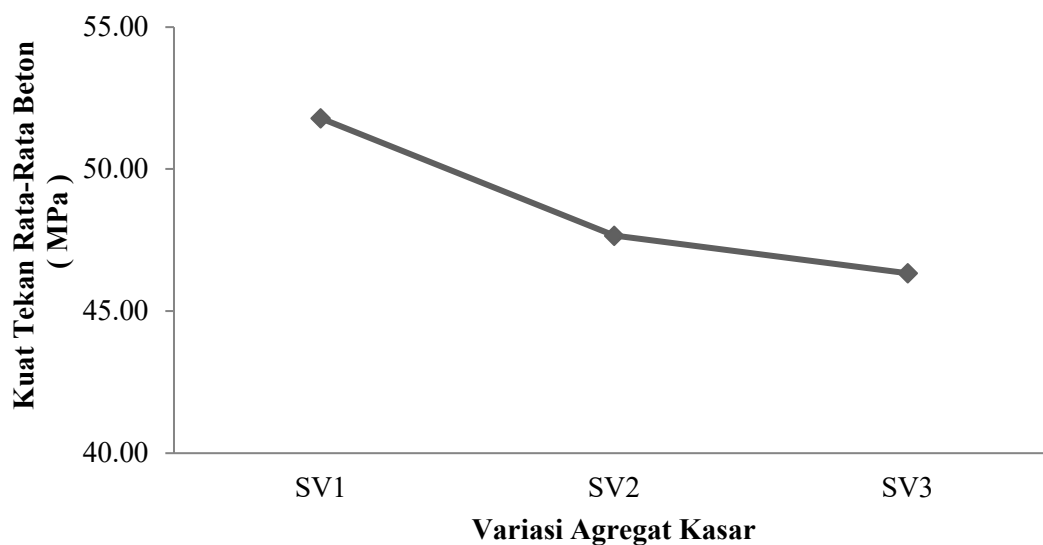
Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (50% agregat Kasar slag +50% Slag Leadle)

No.	Umur (hari)	Kode Sampel	Berat (kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat isi (Kg/m <sup>3</sup> )	P <sub>Max</sub> (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	SV3-01	4.30	200	7850	2738.85	399.30	50.87
		SV3-02	4.18	200	7850	2662.42	377.80	48.13
		SV3-03	4.24	200	7850	2700.64	363.60	46.32

	SV3-04	4.26	200	7850	2713.38	355.40	45.27
	SV3-05	4.30	200	7850	2738.85	382.00	48.66
	SV3-06	4.26	200	7850	2713.38	344.80	43.92
	SV3-07	4.22	200	7850	2687.90	347.20	44.23
	SV3-08	4.24	200	7850	2700.64	335.70	42.76
	SV3-09	4.28	200	7850	2726.11	379.30	48.32
	SV3-10	4.20	200	7850	2675.16	352.20	44.87
<b>Rata-rata</b>					<b>2705.73</b>	<b>46.34</b>	



Gambar 1. Hubungan Berat Isi Beton – Variasi Agregat Kasar Slag Baja



Gambar 2. Hubungan Kuat Tekan – Variasi Agregat Kasar Slag Baja

Dari tabel 4,5,6, gambar1 dan gambar 2 memperlihatkan kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari untuk variasi agregat kasar 0 % slag baja sebesar 51,79 Mpa, variasi 50% slag baja sebesar 47,66 Mpa dan variasi 100% slag baja sebesar 46,74 Mpa. Penurunan kuat tekan beton terjadi pada variasi penggunaan 50% dan 100 % agregat kasar slag baja tetapi penurunannya tidak signifikan dan pada pengujian berat isi beton untuk variasi agregat kasar 0 % slag baja

sebesar 2498,73 Kg/m<sup>3</sup>, variasi 50% slag baja sebesar 2600 Kg/m<sup>3</sup> dan variasi 100% slag baja sebesar 2705,73 Kg/m<sup>3</sup>, terjadi peningkatan berat isi beton pada variasi 50 % dan 100% agregat kasar slag baja, ini sangat sesuai dengan struktur yang membutuhkan berat sendiri beton yang berat seperti tembok penahan tanah, barrier beton dan struktur pemecah gelombang.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Hasil pengujian karakteristik material slag baja diperoleh hasil slag baja rapuh tidak memenuhi syarat pengujian kekerasan sehingga tidak dapat digunakan 100% sebagai agregat kasar, % penggunaannya harus divariasikan dengan agregat kasar batu pecah atau slag baja leadle.
- 2) Penggunaan variasi SV2 50% dan SV3 100% agregat kasar slag baja mengalami penurunan kuat tekan yang tidak signifikan sehingga slag baja rapuh direkomendasikan untuk dapat digunakan dengan menggunakan variasi agregat kasar batu pecah dan slag baja leadle.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irka Tangke Datu, Adiwijaya dan Ashari Ibrahim. 2012. *Karakteristik Beton Mutu Tinggi Polypropylene Fiber Yang Menggunakan Limbah Slag Baja Sebagai Agregat Kasar*. Laporan Hasil Penelitian Fundamental Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [2] Irka Tangke Datu. 2013. *Karakteristik Mekanis Beton Mutu Tinggi Polypropylene Fiber yang Menggunakan Limbah Slag Baja Sebagai Agregat Kasar*. Proceedings Seminar Nasional ke-III Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] Irka Tangke Datu. 2013. *Karakteristik Mekanis Beton Mutu Tinggi dengan Variasi Ukuran Maksimum Agregat Kasar Limbah Slag Baja*. Jurnal Intek Volume 1 No.1.
- [4] Irka Tangke Datu dan Ismail Mustari. 2016. *Karakteristik Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Agregat Halus Limbah Slag Baja*. Laporan Hasil Penelitian Fundamental Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [5] American Standart for Testing and Material. 2002. *Annual Book of ASTM Standart Volume 04.02. Concrete and Agregates*. Philadelphia.
- [6] Standar Nasional Indonesia. 2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi dengan Semen Portland dan Abu Terbang (SNI 03-6468-2000)*. Badan Standarisasi Nasional

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan terhadap penelitian ini kepada:

- Politeknik Negeri Ujung Pandang
- UP3M Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Laboratorium Bahan & Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang