

Karakteristik campuran abu sekam padi dan slag sebagai *cementitious materials*

Irma Aswani Ahmad¹, Heru Winarno², Andi Yusdy Dwiasta³
^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

Abstract. Raw material in cement production is a source of natural wealth that is not renewable, namely limestone, silica sand, clay and iron sand. This situation causes the cement productions damage environmental sustainability. Based on this phenomenon, the researchers tried to find other materials that are like cement (cementitious material). According to previous researchers, rice husk ash and slag contain silica in sufficient quantities so that it can be used as a substitute for cement. Therefore the purpose of this research is to use both organic and inorganic waste materials as cementitious materials that are like cement. The research conducted was experimental research. Rice husk ash and slag as cementitious material are examined for chemical characteristics and physics. Test specimens in the form of cement paste are divided into two types, namely control specimens (without rice husk ash and slag) and treatment specimens (husk ash and slag as much as 2.5% - 15% of the weight of cement). Tests performed on cement paste are normal consistency and setting time. Based on the results of normal consistency and setting time, the mixture of rice husk ash and slag can be categorized as cementitious material.

Keywords: rice husk ash, slag, cement, normal consistency, setting time

1. PENDAHULUAN

Semen sebagai salah satu material pembentuk beton mendapatkan tekanan dari pemerhati lingkungan. Hal ini disebabkan dari masalah dan dampak buruk yang disumbangkan oleh produksi semen. Bahan dasar semen adalah merupakan sumber daya alam yang tak terbaharukan yaitu batu kapur, pasir silika, tanah liat dan pasir besi. Selain daripada itu dalam pembuatan semen, proses produksi klinker membutuhkan energi besar dan menghasilkan polusi udara berupa karbon dioksida (CO₂) ke atmosfer (Xu et al., 2016).

Fenomena tersebut menyebabkan munculnya keinginan untuk mencari bahan lain yang tidak merupakan sumber daya alam tak terbaharukan. Hal ini pulalah yang mendorong para peneliti untuk mencari bahan lain yang dapat digunakan untuk mengganti semen. Bahan tersebut harus memiliki sifat seperti atau setidaknya mirip dengan semen, yang dikenal sebagai *cementitious material*.

Beberapa peneliti terdahulu telah banyak menggunakan bahan lain sebagai *cementitious material*, seperti *fume silica* ataupun *slag* atau *fly ash*. Krajci et al. (2015) dan El-Diadamony (2016) meneliti penggunaan metakaolin sebagai bahan alternatif pengganti sebagian semen. Sedangkan peneliti yang lain masing-masing menggunakan *silica fume*, *fly ash*, slag, ampas kepala sawit dan ASP sebagai pengganti semen (Karim et al., 2014; Metwally et al., 2016). Hasilnya penyerapan air dan porositas sedikit lebih tinggi dari mortar tanpa pozzolan.

Abu sekam padi (ASP) merupakan limbah yang sangat melimpah, tetapi pemanfaatannya belum

maksimal. Padahal penggantian semen sampai dengan maksimum 10% dan 20 % dengan ASP akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih tinggi (Rêgo et al., 2015). Kehalusan dan komposisi kimia RHA berperan penting dalam peningkatan kekuatan. ASP mengandung silikon dioksida yang sangat tinggi dan merupakan pozzolan yang sangat reaktif, cocok sebagai bahan tambah (Ahmad et al., 2013; Begum et al., 2014; Ogork et al., 2015).

Semen tipe Ordinary Portland (OPC) di Indonesia telah jarang didapat di pasaran dan digantikan dengan tipe semen Portland Composite (PCC). PCC merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur.

Berdasarkan hal di atas, maka akan diteliti komposisi dari bahan pembentuk *cementitious material* yang menggunakan bahan organik dan anorganik. Bahan organik yang digunakan adalah ASP sedangkan bahan anorganik adalah slag nikel. Kedua bahan tersebut merupakan limbah yang belum maksimal penanganannya. Limbah ASP sangat melimpah dikarenakan daerah Sulawesi Selatan merupakan daerah penghasil padi. Sedangkan slag berlimbah merupakan hasil dari tambang batu bara PT. Aneka Tambang Pomala. Tujuannya adalah suatu upaya dalam membentuk suatu jenis *cementitious material* baru yang dapat menjadi pengganti sebagian dari

semen. Sekaligus sebagai upaya dalam menanggulangi keberadaan ASP sebagai limbah yang melimpah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar dan Laboratorium Mikrostruktur Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar.

ASP, slag dan semen PCC yang digunakan sebagai bahan pengikat diperiksa karakteristiknya baik kimia maupun fisiknya. Benda uji yang digunakan berbentuk pasta *cementitious material*. Penelitian ini menggunakan variasi presentasi slag sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat semen. Kemudian untuk variasi presentasi campuran ASP dan slag sebesar campuran A menggunakan 100% semen, campuran B menggunakan 2,5% ASP 2,5% slag, campuran C menggunakan 2,5% ASP 5% slag, campuran D menggunakan 5% ASP 2,5% slag dan campuran E menggunakan 5% ASP 5% slag. Sedangkan variabel terikatnya adalah waktu ikat dan konsistensi normal. Adapun secara detail desain penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Desain penelitian benda uji pasta *cementitious material* (slag)

Jenis pengujian	Jumlah Benda Uji					Total
	Presentase slag (%)					
	0	2,5	5	7,5	10	
SEM (kimia)	1	1	1	1	1	5
XRD (kimia)	1	1	1	1	1	5
Konsistensi normal	3	3	3	3	3	15
Waktu ikat	3	3	3	3	3	15

Tabel 2. Desain penelitian benda uji pasta *cementitious material* (ASP dan slag)

Jenis pengujian	Jumlah Benda Uji					Total
	Presentase ASP : slag (%)					
	A	B	C	D	E	
Konsistensi normal	3	3	3	3	3	15
Waktu ikat	3	3	3	3	3	15

Pasta *cementitious material* diuji *vicat* untuk mendapatkan data berupa konsistensi dan waktu ikat. Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang jelas hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat hasil dari pengujian.

Data dari uji *vicat* dianalisis untuk mendapatkan waktu ikat, yaitu dengan menghubungkan waktu penurun-

an yang didapat ketika jarum penetrasi mencapai angka ± 25 mm (waktu ikat awal) dan 0 mm (waktu ikat akhir). Nilai ini dianalisis untuk masing-masing presentase abu sekam padi.

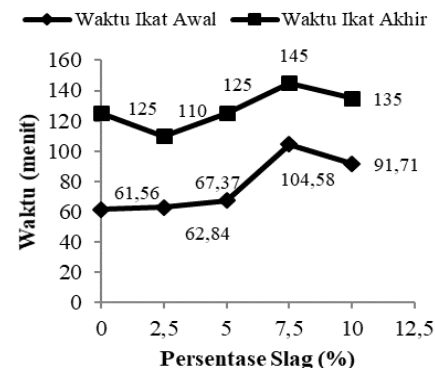
Data dari uji *vicat* dianalisis untuk mendapatkan persentase konsistensi normal, yaitu dengan menghubungkan jumlah/persentase air yang didapat ketika jarum penetrasi mencapai angka 10 ± 1 mm. Nilai ini dianalisis untuk masing-masing presentase abu sekam padi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan spesifikasi menurut *American Society for Testing and Materials* (ASTM C618-93), ASP dan slag dapat dikategorikan sebagai mineral tambahan dalam campuran beton (Tabel 3). Karena memiliki kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ lebih besar dari 70%.

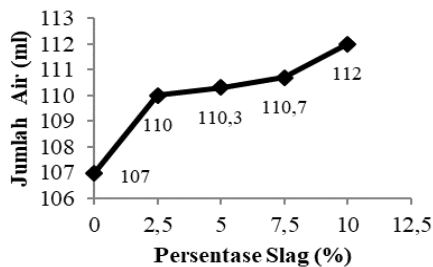
Tabel 3. Kriteria mineral tambahan

Kriteria	Hasil Penelitian	Syarat ASTM C618-93
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	ASP 94,94%	> 70 %
O_3	Slag 74,88%	> 70 %



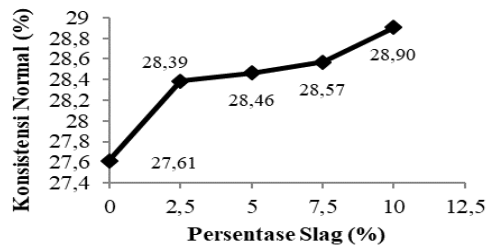
Gambar 1. Waktu ikat slag

Gambar 1 memperlihatkan waktu ikat awal dan akhir pada masing-masing persentase slag yang digunakan. Waktu ikat awal semakin meningkat sejalan dengan peningkatan persentase slag yang digunakan. Semakin tinggi persentase slag yang digunakan semakin besar waktu ikat yang terjadi. Persyaratan waktu ikat awal untuk semen adalah minimum sebesar 45 menit. Waktu ikat awal slag memenuhi persyaratan karena paling rendah 62,84 menit dan paling tinggi 91,71 menit. Sedangkan persyaratan waktu ikat akhir untuk semen adalah maksimum sebesar 360 menit. Waktu ikat akhir slag memenuhi persyaratan karena paling rendah 125 menit dan paling tinggi 135 menit.



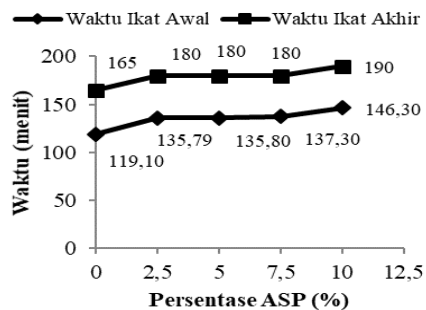
Gambar 2. Kebutuhan air untuk slag

Gambar 2 menunjukkan trend hubungan antara persentase slag dan kebutuhan air. Nilai dari kebutuhan air bertambah besar seiring dengan bertambahnya jumlah slag yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak slag yang digunakan, maka semakin banyak pula air yang dibutuhkan dalam campuran pasta. Hal ini perlu diperhatikan dalam pembuatan beton. Karena penggunaan air yang banyak dapat menurunkan kuat tekan beton itu sendiri.



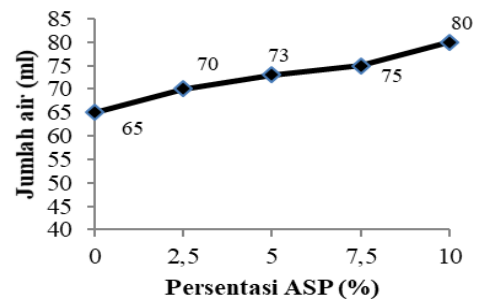
Gambar 3. Konsistensi normal slag

Sedangkan Gambar 3 memperlihatkan trend hubungan antara persentase slag dan konsistensi normal. Nilai dari konsistensi normal biasanya berkisar antara 26%-29%. Hal ini menunjukkan bahwa konsistensi pasta menggunakan slag masih berada pada batas persyaratan yaitu paling rendah 28,39% dan paling tinggi 28,90%.



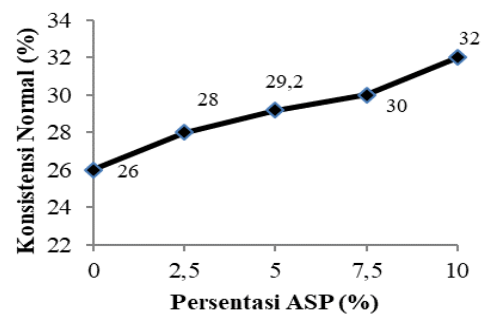
Gambar 4. Waktu ikat ASP

Selanjutnya hubungan antara waktu ikat awal dan akhir pada masing-masing persentase ASP yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4. Kondisi yang terjadi relatif sama dengan yang terjadi pada slag. Yaitu semakin tinggi persentase slag yang digunakan semakin besar waktu ikat yang terjadi. Waktu ikat awal ASP memenuhi persyaratan karena paling rendah 119,10 menit dan paling tinggi 146,30 menit. Sedangkan untuk waktu ikat akhir ASP memenuhi persyaratan karena paling rendah 165 menit dan paling tinggi 190 menit.



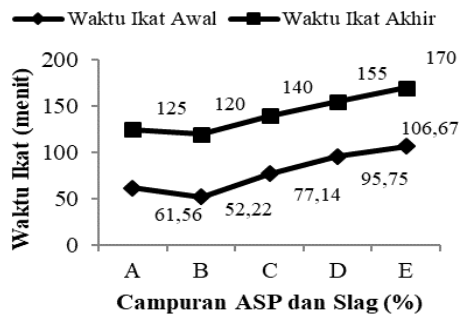
Gambar 5. Kebutuhan air untuk ASP

Kemudian Gambar 5 menggambarkan hubungan antara persentase ASP dan kebutuhan air. Terlihat bahwa hubungan tersebut sama dengan yang terjadi pada slag. Nilai dari kebutuhan air bertambah besar seiring dengan bertambahnya jumlah ASP yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak slag yang digunakan, maka semakin banyak pula air yang dibutuhkan dalam campuran pasta.



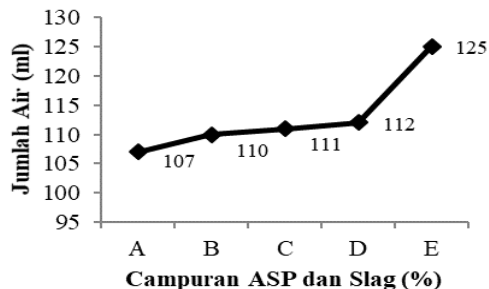
Gambar 6. Konsistensi normal ASP

Konsistensi normal pada ASP dengan variasi persentase dapat dilihat pada Gambar 6. Konsistensi normal pasta menggunakan persentase ASP di bawah 7,5% masih berada pada batas persyaratan yaitu paling rendah 26% dan paling tinggi 29,2%.



Gambar 7. Waktu ikat campuran ASP dan slag

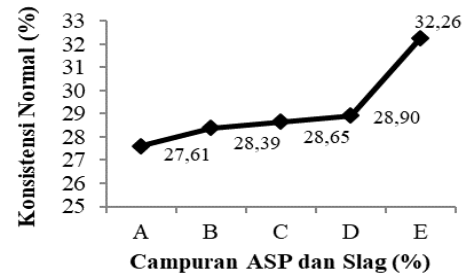
Gambar 7 memperlihatkan waktu ikat awal dan akhir pada masing-masing persentasi campuran ASP dan slag yang digunakan. Waktu ikat awal semakin meningkat sejalan dengan peningkatan persentasi ASP yang digunakan. Semakin tinggi persentasi ASP yang digunakan semakin besar waktu ikat yang terjadi. Waktu ikat awal campuran ASP dan slag memenuhi persyaratan karena paling rendah 61,56 menit dan paling tinggi 106,67 menit. Sedangkan waktu ikat akhir campuran ASP dan slag memenuhi persyaratan karena paling rendah 125 menit dan paling tinggi 170 menit.



Gambar 8. Kebutuhan air untuk campuran ASP dan slag

Jumlah air yang dibutuhkan lebih besar pada campuran ASP dan slag jika dibandingkan dengan masing-masing ASP atau slag saja, seperti terlihat pada Gambar 8. Nilai dari kebutuhan air bertambah besar seiring dengan bertambahnya jumlah slag yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak slag yang digunakan, maka semakin banyak pula air yang dibutuhkan dalam campuran pasta.

Walaupun kebutuhan air sangat besar pada campuran ASP dan slag, tetapi nilai konsistensi normal masih sesuai standar (Gambar 9). Konsistensi pasta menggunakan ASP dan slag (A, B, C, D) masih berada pada batas persyaratan yaitu paling rendah 27,61% dan paling tinggi 28,90%.



Gambar 9. Konsistensi normal campuran ASP dan slag

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu ASP dan slag memiliki komponen senyawa yang memenuhi syarat sebagai *cementitious material*. Hal ini berdasarkan:

1. ASP dan slag memiliki kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ lebih besar dari 70%. Konsistensi normal ASP dan slag lebih tinggi daripada semen PCC. Waktu ikat awal dan akhir lebih lama daripada yang terjadi pada semen PCC, tetapi masih dalam batas persyaratan.
2. Konsistensi normal campuran ASP dan slag yang nilainya sama dengan semen PCC didapat pada persentasi campuran ASP dan slag tidak lebih dari 7,5%. Waktu ikat awal dan akhir lebih lama daripada yang terjadi pada semen PCC, tetapi masih dalam batas persyaratan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I.A., Parung, H., Tjaronge, M.W. & Djamaluddin, R. 2013. Corrosion of concrete using Portland composite cement and rice husk ash under simulated acid rain environment. *Advanced Materials Research* 789: 511-514.
- Begum, R., Habib, A. & Mostafa, S. 2014. Effects of rice husk ash on the non autoclaved aerated concrete. *International Journal of Engineering Innovations and Research* 3 (1): 116.
- El-Diadamony, H., Amara, A.A., Sokkaryb, T.M. & El-Hosenya, S. 2016. Hydration and characteristics of metakaolin pozzolanic cement pastes. *Housing and Building National Research Journal* 12: 1-9.
- Karim, M.R., Khan, M.N.N., Zain, M.F.M., Jamil, M. & Lai, F.C. 2014. On the utilization of pozzolanic wastes as an alternative resource of cement. *Journal Materials* 7: 7809-7827.
- Krajci, L., Mojumdar, S.C., Janotka, I., Puertas, F., Palacios, M. & Kuliffayova, M. 2015. Performance of composites with metakaolin-blended cements. *Journal Therm. Anal. Calorim* 119: 851-863.
- Metwally, A.A., Elaty, A. & Ghazy, M.F. 2016. Performance of Portland cement mixes containing silica fume and mixed with lime-water. *Housing and Building National Research Journal* 10: 247-257.
- Ogork, E.N., Uche, O.A. & Elinwa, A.U. 2015. Characterization of Groundnut husk ash (Gha) admixed with Rice husk ash (Rha) in cement paste and concrete. *Advanced Materials Research* 19: 662-671.



PROSIDING SEMINAR NASIONAL LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
"Diseminasi Hasil Penelitian melalui Optimalisasi Sinta dan Hak Kekayaan Intelektual"
ISBN : 978-602-5554-71-1

- Rêgo, J.H.S., Nepomuceno, A.A., Figueiredo, E.P. & Hasparyk, N.P. 2015. Microstructure of cement pastes with residual rice husk ash of low amorphous silica content. *Construction and Building Materials* 80: 56-68.
- Xu, W., Lo, T.Y., Wang, W., Ouyang, D., Wang, P. & Xing, F. 2016. Pozzolan reactivity of silica fume and ground rice husk ash as reactive silica in a cementitious system: A comparative study. *Civil Materials* 9, 146:1-14.