

ANALISIS KUALITAS MORTAR YANG DITAMBAHKAN ABU TERBANG (*FLY ASH*) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN

Muhammad Idris¹⁾, Hasriana²⁾

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

ABSTRACT

Mortar is one of the building materials used in non-structural work by using cement, sand and water. During this time mortar is still using cement as the main bonding material. Therefore, an alternative ikat material is needed to reduce the dependence of cement use. Alternative binding materials used in this study is the residual coal combustion of fly ash. Fly ash is a material that has a small grain size, round, not porous and is pozzolanik. Cement production produces significant amounts of carbon dioxide (CO₂) resulting in an agreenhouse gas effect. 65% of global warming (Global Warming) is caused by CO₂ emissions, about 6% coming from the cement industry (the production of one ton of portlan cement emits about one ton of CO₂ into the atmosphere. The addition of fly ash to the mortar mixture is pozzolan, good mineral additive for mortar Pozzolan is a material containing silica or silica and aluminum which reacts chemically with calcium hydroxide at ordinary temperature to form cementitious compounds. This research aims to know the effect of fly ash utilization as partial replacement of cement with setting time, consistency, and compressive strength of mortar. The cube-shaped specimen measures 50 mm x 50 mm x 50 mm, the composition of the mixture with fly ash as a substitute for PCC cement by 0%, 10%, 20%, and 30%. Comparison of cement and sand used is 1 : 3. Testing of mortar compressive strength at age 3, 7, 14, 28, and 90 days. The results showed that the higher the percentage of fly ash content used, the higher the mortar consistency value. For setting time, the higher the addition of fly ash, the initial setting time and the final setting time are slower. Strong strength tends to increase with the use of fly ash, especially at the age of 28 days and 90 days.

Keywords: mortar, fly ash, consistency, setting time, compressive strength

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan SNI 03-6882-2002, proporsi mortar di spesifikasikan dalam 4 tipe menurut kekuatan mortar dan ketentuan spesifikasi proporsi bahan yang terdiri dari bahan bersifat semen, agregat halus (pasir), dan air yang digunakan. Ilmu bahan bangunan ada beberapa jenis bahan bangunan yang dikategorikan sebagai bahan ikat dalam adukan, di antaranya adalah semen, kapur, *pozzolan* dan beberapa bahan ikat lainnya (Moerdwiyono, 1998: 2). Mortar merupakan campuran yang terdiri dari agregat (pasir), air dan semen pada proporsi tertentu sebagai bahan perekat. Penerapan mortar lebih cenderung pada pekerjaan non-struktural seperti plesteran dinding, perekat pasangan batu bata, spesi pada pondasi batu kali, plesteran pada pemasangan keramik, batako, paving block, buis beton, roster dan sebagainya. Kualitas mortar ditentukan oleh kuat tekan, keeceran(konsistensi), waktu ikat(setting time).

Mulyono (2004), *Fly Ash* yang dihasilkan oleh *fluidized bed system* berukuran 100-200 mesh (1 mesh = 1 lubang/inch²). Fly ash dibagi dua kelas : Fly ash kelas F: merupakan fly ash (CaO < 10%) yang diproduksi dari pembakaran batubara untuk mendapatkan sifat cementitious harus diberi penambahan quick lime, hydrated lime, atau semen. Fly ash kelas C: (CaO) > 20%. diproduksi dari pembakaran batubara lignite atau sub-bituminous selain mempunyai sifat pozolanik juga mempunyai sifat self-cementing dan sifat ini timbul tanpa penambahan kapur. Fly ash adalah material yang memiliki ukuran butiran halus ringan, bundar, tidak porous serta bersifat *pozzolanik*. Penambahan *fly ash* pada campuran mortar bersifat *pozzolan*, sehingga bisa menjadi *additive* mineral yang baik untuk mortar. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung silika atau silika dan alumunium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat *cementitious*. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen dapat meningkatkan *workability*, kuat tekan, *durabilitas* beton, kepadatan beton, serta mengurangi terjadinya *bleeding*, *segregasi* dan penyusutan beton (ACI, 1993). Oktarina (2012), mengemukakan bahwa kuat tekan mortar optimum pada fly ash batubara 20% sebagai pengganti semen dengan perbandingan campuran 0,8 semen : 8 pasir : 1kapur : 0,2 fly ash.

Fly Ash adalah sisa hasil proses pembakaran batubara yang keluar dari tungku pembakaran (80-90%), sedangkan sisa pembakaran batubara yang berada pada dasar tungku disebut *Bottom Ash* (10-20 %). Produksi semen menghasilkan sejumlah karbon dioksida(CO₂) secara signifikan yang menyebabkan timbulnya efek rumah kaca (agreenhouse gas effect). Sejumlah 65% pemanasan global (Global Warming)

¹Korespondensi : Muhammad Idris, Telp 082196581993, idrispoltekup@yahoo.co.id

disebabkan oleh emisi CO₂, sekitar 6% bersumber dari industry semen (produksi satu ton semen portlan memancarkan kira – kira satu ton CO₂ ke dalam atmosfer.

E.Ivan Diaz-Loya (2012), menunjukkan bahwa emisi CO₂ pada Negara industri yaitu : Amerika Serikat adalah negara penghasil emisi CO₂ yang tertinggi hingga tahun 2004, namun terjadi penurunan hingga tahun 2012. Sedangkan Negara sedang berkembang yaitu : China dan India menghasilkan emisi CO₂ yang tinggi. Wenno dkk(2014), mengemukakan bahwa kuat tekan optimum mortar pada campuran 1semen :3 pasir dengan menggunakan abu terbang (fly ash) batu bara yang bersumber dari PLTU Amurang sebagai substitusi semen 15% sebesar 27,71Mpa pada umur 28 hari. Oktarina (2012), mengemukakan bahwa kuat tekan mortar optimum pada fly ash batubara 20% sebagai pengganti semen dengan perbandingan campuran 0,8 semen : 8 pasir : 1kapur :0,2 fly ash. Selanjutnya peyerapan air minimum disapai dengan menggunakan fly ash 40% sebagai pengganti semen dengan komposisi campuran 0,6 semen : 8 pasir : 1kapur :0,4 fly ash adalah 9,228%.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa fly ash dapat memperbaiki karakteristik mortar, namun masih terbatas pada umur 28 hari. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fly ash memiliki sifat kecenderungan yang agak lambat mengeras sehingga umur mortar yang lebih dari 28 hari masih memungkinkan untuk terjadi peningkatan kekuatan tekan. Demikian pula masalah waktu ikat (setting time) dan konsistensi mortar belum ada informasi yang detail, sehingga sangat diperlukan adanya penelitian yang inovatif dan berkelanjutan. Pengetahuan tentang pengaruh penggunaan fly ash sebagai pengganti sebagian semen sangat diharapkan memberi kontribusi yang sangat luas kepada masyarakat luas, terutama yang menyangkut material ramah lingkungan (Environmentally Friendly materials). Urgensi penelitian ini adalah bagaimana emisi karbon dioksida (CO₂) dapat dikendalikan sehingga isu pemanasan global (global warming) dapat dikurangi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen (0%, 10%, 20%, dan 30%) pada campuran mortar 1PCC:3 pasir terhadap waktu ikat(setting time), flow /konsistensi dan kuat tekan pada umur 3,7,14,28,90 hari.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : mesin pengaduk, timbangan digital ketelitian 0.5 gram, *flow table test*, jarum vicat test, alat pemadat mortar, cetakan mortar ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm, ayakan agregat., alat kuat tekan mortar. Bahan-bahan yang digunakan adalah: semen portland PCC, agregat halus dari Sungai Bili-Bili, air PDAM, dan *fly ash* berasal dari PLTU Jeneponto.

Prosedur penelitian : persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, uji komposisi senyawa *fly ash*, pengujian karakteristik agregat halus. Membuat campuran mortar dengan komposisi 1PC:3PS(tanpa fly ash). Campuran mortar selanjutnya dengan perlakuan pengurangan semen (PCC) : 10%,20% dan 30% (diganti dengan ly ash). Uji flow/konsistensi mortar dan waktu pengikatan. Selanjutya membuat benda uji kubus ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dengan perawatan dalam air selama 3, 7, 14, 28, dan 90 hari. Pengujian kuat tekan mortar pada umur 3, 7, 14, 28, dan 90 hari.

Komposisi campuran mortar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi campuran mortar

Uraian	Komposisi mortar (gram)			
	Semen	<i>Fly ash</i>	Pasir	Air
Sampel normal	500	-	1500	320
Sampel FA 10%	450	50	1500	315
Sampel FA 20%	400	100	1500	310
Sampel FA 30%	350	150	1500	290

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Senyawa *Fly Ash*

Hasil pengujian senyawa *fly ash* dengan *XRD* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian senyawa *fly ash*

Uraian	Formula (Senyawa)	Kandungan senyawa (%)
Hematite, syn	Fe ₂ O ₃	14

Periclase, syn	MgO	29
Quartz, syn	SiO ₂	13
Ilmenite, syn, iron titanate	FeTiO ₃	10
Lime, syn	CaO	12
Clinoferrosilite, syn	Fe(SiO ₃)	15
sodium hyperoxide	NaO ₂	8

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

Tabel 1 menunjukkan bahwa *fly ash* dari PLTU Jeneponto kelas C menurut ACI Manual of Concrete Practice 1993 parts 1 226.3R-3. *Fly ash* kelas C mempunyai sifat semen dan sifat *pozzolan*.

2) Konsistensi dan waktu ikat

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin besar persentase kadar *fly ash* maka waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir relatif semakin lambat. Senyawa-senyawa C₃S, C₂S, C₃A, dan C₄AF akan bereaksi dengan air, yang diawali dengan senyawa C₃A. Hasil reaksi akan bereaksi kembali dengan unsur-unsur utama yang terdapat pada *fly ash* yaitu silika dan alumina, dengan demikian maka rantai reaksi hidrasi akan semakin panjang yang pada akhirnya akan menambah waktu pengikatan mortar. Semakin besar kandungan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen pada campuran mortar maka senyawa-senyawa C₃S, C₂S, C₃A, dan C₄AF akan berkurang pula hal ini akan menyebabkan berkurangnya panas hidrasi. Berkurangnya panas hidrasi akan memperlambat reaksi sehingga akan memperlambat waktu pengikatan (Sebayang, 2010).

Tabel 3. Hasil uji karakteristik mortar

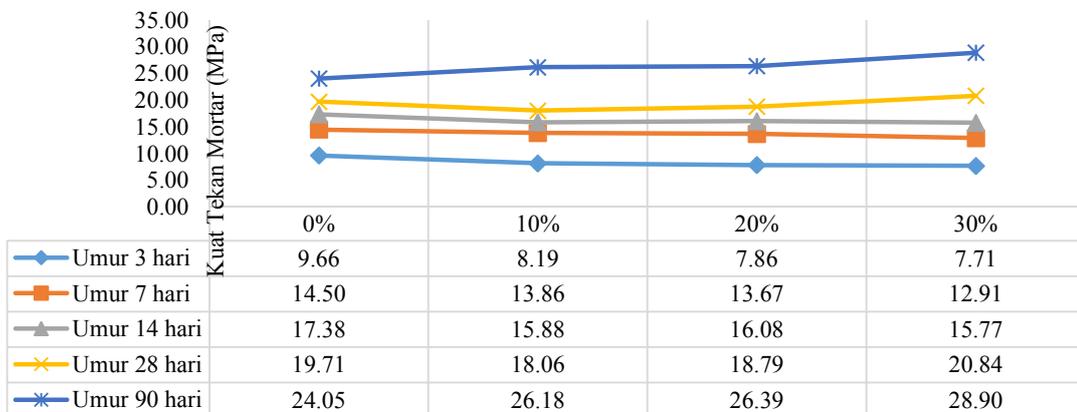
Uraian	F.A.S (%)	Konsistensi mortar (%)	Pengikatan awal (menit)	Pengikatan akhir (menit)
Sampel normal	64	114,22	54	135
Sampel FA 10%	63	107,11	58	135
Sampel FA 20%	62	110,78	60	150
Sampel FA 30%	58	107,84	66	165

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

Tabel 3 menunjukkan bahwa secara umum nilai konsistensi mortar mempunyai tingkat keenceran yang sama, meskipun jumlah air yang dipakai pada mortar dengan *fly ash* lebih sedikit bila dibanding mortar tanpa *fly ash*. Semakin banyak *fly ash* yang digunakan maka semakin sedikit jumlah air yang dipakai pada mortar, hal ini sesuai dengan yang disampaikan Neville (1996) bahwa pemakaian *fly ash* mengurangi faktor air semen 7% sampai 12%. Semakin sedikit faktor air semen yang dipakai maka akan berpengaruh pada meningkatnya kuat tekan mortar.

3) Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar pada umur 3, 7, 14, 28, dan 90 hari untuk semua perlakuan benda uji dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antar kuat tekan mortarrata-rata terhadap persentase kadar *fly ash*

Berdasarkan Gambar 1 memperlihatkan bahwa pada umur 3, 7, dan 14 hari perkembangan kuat tekan maksimum terjadi pada komposisi campuran mortar normal yaitu 9.66 MPa untuk umur 3 hari, 14.50 MPa untuk umur 7 hari, dan 17.38 MPa untuk umur 14 hari, sedangkan komposisi campuran dengan *fly ash* 30% merupakan kuat tekan minimum yaitu 7.71 Mpa untuk umur 3 hari, 12.91 MPa untuk umur 7 hari, dan 15.77

MPa untuk umur 14 hari. Perkembangan kuat tekan dengan komposisi campuran dengan *fly ash* pada umur 28 hari mulai mengalami peningkatan dimana komposisi dengan campuran *fly ash* 30% merupakan variasi dengan kuat tekan maksimum sebesar 20,84 MPa, walaupun komposisi campuran dengan persentase *fly ash* 10% dan 20% nilai kuat tekannya masih lebih kecil dibandingkan dengan komposisi campuran mortar normal dengan kuat tekan minimum sebesar 18,06 MPa pada komposisi campuran *fly ash* 10%. Pada umur 90 hari, perkembangan kuat tekan dengan komposisi campuran dengan *fly ash* mulai terlihat peningkatan yang signifikan dimana komposisi dengan persentase *fly ash* 10%, 20%, dan 30% lebih tinggi kuat tekannya dibandingkan dengan komposisi campuran mortar normal. Komposisi campuran *fly ash* 30% merupakan variasi dengan nilai kuat tekan maksimum sebesar 28,90 Mpa dan kuat tekan minimum sebesar 24,05 MPa pada komposisi campuran mortar normal. Hal yang menyebabkan lambatnya pengaruh penggunaan *fly ash* disebabkan reaksi senyawa *kalsium hidroksida*, Ca(OH)_2 yang merupakan produk hidrasi dengan senyawa silika yang ada pada *fly ash* berlangsung lambat sehingga terbentuknya *calcium silica hidrat* (CSH) lebih lama (di atas 28 hari), selanjutnya senyawa CSH ini yang memberikan kekuatan tambahan pada mortar (Ryan, 1992). Secara mekanik ukuran butiran *fly ash* yang lebih halus akan meningkatkan kerapatan mortar, yang pada akhirnya meningkatkan kuat tekan mortar.

Penjelasan di atas menunjukkan bahwa perkembangan kuat tekan meningkat sesuai dengan bertambahnya umur mortar dan pengaruh dari penambahan kadar *fly ash* memperbaiki kuat tekan mortar pada penggantian *fly ash* dari sebagian berat semen. *Fly ash* juga terbukti dapat menggantikan sebagian porsi semen dalam campuran, hal ini merupakan sisi positif dari pemanfaatan limbah yang dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses hidrasi pada mortar dengan komposisi campuran *fly ash* masih berjalan. Fenomena ini disebabkan oleh kapur bebas hasil reaksi semen dan air akan bereaksi dengan *fly ash* membentuk senyawa tobermorite sehingga dapat meningkatkan kekuatan ikatan dengan agregat. Reaksi *fly ash* dan kapur bebas disebutkan dalam Tjokrodinuljo (1996). Senyawa CaO pada *fly ash* memiliki komposisi senyawa yang rendah sehingga senyawa CaO yang rendah dapat memperlambat proses hidrasi dengan *pozzolan* yang terkandung dalam *fly ash* tersebut. Sedangkan oksida besi dan oksida silika berperan aktif dalam membentuk ikatan pada bahan *pozzolan*, selain itu kedua senyawa ini berfungsi sebagai penghantar panas dalam pembuatan terak semen.

4) KESIMPULAN

- 1) Penggunaan *fly ash* dengan persentase 10%,20% dan 30% menyebabkan peningkatan konsistensi mortar sehingga kebutuhan air dapat dikurangi.
- 2) Penggunaan *fly ash* dengan persentase 10%,20% dan 30% menyebabkan waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir mortar makin lambat
- 3) Penggunaan *fly ash* dengan persentase 10%,20% dan 30% meningkatkan kuat tekan mortar terutama pada umur 28 hari dan 90 hari

5) DAFTAR PUSTAKA

- ACI parts 1 226.3R-3, 1993, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavy, Weight and Mass Concret*, Washington, D.C.
- Jumatee E, Manea D.L., 2012, *Journal of Applied Engineering Sciences*, Volume 2(15),issue 1/2012. (<http://www.google>, diakses 14 Peruari 2017)
- Moerdwiyono, 1998, *Diktat Teknologi Bahan*, Semarang.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Jogjakarta: Andi.
- Neville, A.M., 1996, *Properties of Concrete*, Longman, England.
- Oktarina, D. dan Febri, R., 2012, *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Pada Mortar*. Jurnal Teknik Sipil Vol 3.,No.1. (<http://www.google>, diakses 14 Peruari 2017).
- Ryan, W.G., 1992, *Australian Concrete Technology*, Longman Cheshire, Melbourne.
- Sebayang, S., 2010, *Pengaruh Kadar Abu Terbang sebagai Pengganti Sejumlah Semen pada Beton Alir Mutu Tinggi*, Jurnal Rekayasa, 14(1): 40-46, April 2010.
- SNI 03-6882-2002, *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*. (<http://www.google>, diakses 14 Peruari 2017)
- SNI 03-6825-2002, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*.
- SNI 03-6882-2002, *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*.
- Wenno, R., Wallah,E.S., dan Pandaleke, R., 2014, *Kuat Tekan Mortar dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Asal PLTU Amurang Sebagai substitusi Parsial Semen*, Jurnal Sipil Statik Vol2.,No.5, (<http://www.google>, diakses 14 Peruari 2017)