

PENGGUNAAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA PROSES PEMBUATAN MORTAR DENGAN BAHAN DASAR PASIR APUNG

Dahri Kabir¹, Imran², Mufti Amir Sultan³

¹, Alumni Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

^{2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

*e-mail: kabirdahri012@gmail.com

Manuscript received: 16-09-2018, Revision accepted: 05-11-2018

Abstrak

Sumber daya alam yang terdapat di Kota Tidore Kepulauan, salah satunya berupa ketersediaan batu apung, yang telah dimanfaatkan untuk membuat bata pres. Di Kota Tidore juga terdapat abu batubara (*fly ash*) yang berasal dari PLTU yang dapat mengganggu kenyamanan masyarakat sehingga batu bara ini dicoba untuk bahan campuran bata semen untuk mengurangi berat semen dalam pembuatan bata semen. Tinjauan pada penelitian ini berupa sifat-sifat mekanis bata batu apung dan tahapan yang dilakukan antara lain: pengujian karakteristik material, perencanaan komposisi campuran 1PC: 4PS, dan variasi limbah batu bara *fly ash* yang digunakan yaitu 0%, 10%, 20%, 30, 40% dan 50% dengan jumlah sampel 60 buah. Hasil dari penelitian ini adalah semakin besar bahan tambah *fly ash* semakin tinggi nilai kuat tekan, untuk bahan tambah *fly ash* sebagai bahan tambah semen menghasilkan kuat tekan bata 133,88 kg/cm², 150,87 kg/cm², 161,06 kg/cm², 196,40 kg/cm², 243,29 kg/cm², dan 243,29 kg/cm². Dalam syarat-syarat fisis menunjukkan bata semen pasir apung berada pada tingkat mutu bata semen mutu I.

Kata kunci: *batu apung, fly ash, mortar.*

PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak industri telah mengganti sumber tenaga pada pembangkit uap dari bahan bakar minyak bumi dengan batubara, sebagai akibat langka dan mahalnya harga bahan bakar tersebut. Penggunaan batubara sebagai sumber energi pada unit mesin uap pada industri telah menjadi pilihan yang paling diminati termasuk pembangkit listrik yang ada di wilayah Kota Tidore Kepulauan yaitu PLTU Rum. Abu terbang (*fly ash*) merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Limbah padat ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran udara, perairan dan penurunan kualitas ekosistem. Abu terbang batubara umumnya dibuang atau ditumpuk begitu saja di dalam area PLTU. Penumpukan abu terbang batubara ini dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Pemerintah berusaha mengembangkan industri yang bersih lingkungan, dan mengembangkan penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara yang terus dilakukan guna meningkatkan nilai ekonomisnya.

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 bata semen yang umum digunakan oleh masyarakat Maluku Utara. Bata semen mempunyai bobot yang lebih berat dibandingkan dengan batu bata dari tanah liat. Dengan bobot yang lebih berat dapat meningkatkan beban mati dari suatu konstruksi. Beberapa penelitian penggunaan pasir apung/batu apung sebagai bahan mortar antara lain: Sultan dan Yudasaputra (2017), meneliti penggunaan pasir apung sebagai pengganti pasir pada campuran mortar. Dari penelitian disimpulkan bahwa penggunaan mortar pasir apung sebagai bahan bata semen, lebih ringan 44,14% dibanding pasir biasa/bukan pasir apung. Pengaruh penambahan *fly ash* dan conplast pada mortar pasir apung dan pasir sungai mengakibatkan kuat tekan yang lebih besar dari mortar normal (Simanullang, 2014). Pemberian tekanan atau beban pada proses pembuatan mortar pasir apung dapat memperbaiki kinerja mortar pasir apung tersebut (Sultan et al, 2018).

Penelitian dengan pemanfaatan *fly ash* pada campuran mortar antara lain: Penggunaan *fly ash* sebagai campuran bata semen, memiliki potensi untuk pengembangan baru bangunan ramah lingkungan, ekonomis dan material aman (Mystri et al, 2011). Penggunaan *fly ash* PLTU Amurang sebagai bahan substitusi parsial semen pada pembuatan mortar dapat memperbaiki sifat mortar tersebut (Wenno dkk, 2014). Penambahan *fly ash* dalam mortar tipe M dapat memperkecil volume *void* atau pori-pori yang ada (Kusdiyono dan Rohadi, 2012). Penelitian dengan penambahan *fly ash* pada kadar 30% dalam campuran bata ringan dapat menghasilkan hasil yang lebih baik dan ekonomis dibandingkan dengan perekat bata ringan standar tanpa *fly ash*. (Karijanto dkk, 2013). Penggunaan abu terbang asam-asam Kalimantan Selatan pada campuran bata beton dengan komposisi 0,50% dan 0,38% dengan *foam* dan polimer menghasilkan bata tingkat IV berdasarkan SNI (Haryanti, 2015). Limbah batu bara *fly ash* dan *bottom ash* dapat dimanfaatkan sebagai bahan agregat dalam pembuatan bata beton ringan yang kualitasnya memenuhi syarat minimal untuk konstruksi pasangan dinding bangunan rumah. (Ola dan Silaban, 2018).

SNI 03-0349-1989 telah mengatur syarat-syarat fisis bata beton atau bata semen seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat-Syarat Fisis Bata Beton

| Syarat fisis | Satuan | Tingkat mutu bata beton pejal | | | | Tingkat mutu bata beton berlobang | | | |
|---|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----|----|-----------------------------------|----|-----|----|
| | | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| | | Kuat tekan bruto rata-rata min. | kg/cm ² | 100 | 70 | 40 | 25 | 70 | 50 |
| Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min. | kg/cm ² | 90 | 65 | 35 | 21 | 65 | 45 | 30 | 17 |
| Penyerapan air rata-rata maks. | % | 25 | 35 | - | - | 25 | 35 | - | - |

Dimana bata semen diklasifikasikan menjadi 4 tingkat mutu sebagai berikut :

1. Bata semen dengan mutu I adalah bata semen untuk konstruksi yang memikul beban dan dapat digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung.
2. Bata semen dengan mutu II adalah bata semen yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban. Tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).

3. Bata semen dengan mutu III adalah bata semen yang digunakan hanya untuk hal-hal seperti tersebut dalam jenis IV. Hanya permukaan dinding/konstruksi dari bata semen tersebut boleh tidak diplester.
4. Bata semen dengan mutu IV adalah bata semen digunakan hanya untuk konstruksi yang tidak memikul beban dinding.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipergunakan adalah dengan cara menguji benda coba bentuk kubus mortar ukuran (50 x 50 x 50) mm. Kekentalan campuran mortar diukur dengan *flowmeter*, kelelehan atau *flow* yang disyaratkan 110%-120%. Komposisi campuran mortar 1 PC: 4 PS tanpa penambahan *fly ash* sebagai variabel tetap atau perbandingan 500 gram semen portland dengan 2000 gram pasir apung dan benda uji yang dibuat dengan penambahan *fly ash* setiap variasi 10% terhadap berat semen sebagai variabel bebas. Proses penelitian ini dilakukan dengan 6 tahap antara lain: tahap persiapan bahan dan alat, tahap pengujian bahan, tahap analisa kebutuhan bahan, tahap pencetakan, tahap perawatan, dan tahap pengujian.

Tahap persiapan bahan dan alat

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah: semen portland tipe I, *fly ash* batubara dari PLTU Rum, agregat halus menggunakan pasir apung dari quarry di Kota Tidore Kepulauan. Alat yang dipergunakan adalah ayakan satu set dengan ukuran mata ayakan mulai 0,15 mm sampai dengan 4,75 mm; timbangan, digital; gelas ukur, dipakai untuk mengukur volume air; kerucut Abrams dan tongkat penusuknya, dipakai untuk mengukur nilai konsistensi adukan (*slump*); cetakan kubus, digunakan untuk mencetak benda uji dengan ukuran sisi 5 cm x 5 cm x 5cm; mesin pengaduk (*mixer*), digunakan untuk mencampur dan mengaduk mortar kapasitas 5 liter; mesin uji tekan Compression Machine, digunakan untuk menguji kuat tekan mortar kapasitas 200 kN.

Tahap pengujian bahan

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pemeriksaan bahan susun sampai dengan pengujian kuat tekan benda uji. Secara garis besar penelitian meliputi: pemeriksaan agregat halus pasir apung, *fly ash*: analisa saringan agregat halus, berat jenis dan penyerapan agregat halus, berat isi agregat halus, dan kadar air agregat halus;

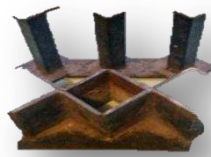
Tahap analisa kebutuhan bahan

Perhitungan rencana campuran (*Mix Design*). Metode perhitungan menggunakan cara yang dikeluarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) dan dimuat dalam buku Standar Nasional Indonesia, Tata Cara Pembuatan Rencana Mortar SNI 03-6882- 2002, dengan nilai faktor air semen maksimum ditetapkan 0,50 (Faktor air semen atau f.a.s. yang dipakai dalam penelitian ini disamakan pada semua variasi campuran) dan nilai konsistensi dengan flow meter ditetapkan antara (110- 120)% dengan pertimbangan adukan mortar dapat diaduk, diangkut, dan dikerjakan dengan mudah dengan atau cara manual. Dalam penelitian ini akan dilakukan *mix design* dengan menggunakan *fly ash* sebagai bahan tambah. Hasil analisa selanjutnya dibuat benda uji dengan kubus ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, dengan 5 variasi campuran yaitu mortar tanpa *fly ash* (BN), mortar dengan *fly ash* 10% (B1), 20% (B2), 30% (B3), 40% (B4) dan

50% (B5), masing-masing variasi campuran terdiri dari 10 sampel, sehingga total benda uji sebanyak 60 buah;

Tahap Pencetakan

Pengadukan dengan mortar mixer kurang lebih 2 menit. Pencetakan, untuk setiap macam bahan campurandengan faktor air semen yang sama dibuat dalam satu adukan sejumlah 12 buah kubus, mortar dimasukkan dalam cetakan kubus dan dipadatkan dengan beban 25 kN. Selanjutnya didiamkan dalam cetakan selama 24 jam. Alat yang digunakan untuk mencetak mortar seperti pada gambar 1. Komposisi benda uji ditampilkan pada Tabel 2.



1.a. Alat penekan



1.b. Cetakan mortar

Gambar 1. Alat pencetak mortar

Tabel 2. Komposisi Benda Uji

| Jumlah sampel | Luasan per sampel | Pembacaan tekanan pada dial | | Limbah batubara (fly ash) | Luasan keseluruhan | Pembebanan per sampel |
|---------------|--------------------|-----------------------------|-------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| (buah) | (mm ²) | (kN) | (N) | (%) | (mm ²) | (kN) |
| 10 | 2500 | 75 | 75000 | 0 | 7500 | 25 |
| 10 | 2500 | 75 | 75000 | 10 | 7500 | 25 |
| 10 | 2500 | 75 | 75000 | 20 | 7500 | 25 |
| 10 | 2500 | 75 | 75000 | 30 | 7500 | 25 |
| 10 | 2500 | 75 | 75000 | 40 | 7500 | 25 |
| 10 | 2500 | 75 | 75000 | 50 | 7500 | 25 |

Tahap Perawatan

Perawatan, dilakukan dengan cara membuka cetakan setelah 24 jam dan benda uji diberi tanda (kode) sesuai komposisi dan penambahan bahan tambah, kemudian direndam dalam bak perendaman sampai dengan umur uji selama 28 hari. Perendaman dapat dilihat pada gambar 1a dan 1b.

Tahap Pengujian

Pengujian, benda uji kubus mortar diuji kekuatannya pada umur 28 hari. Setelah cukup 28 hari dalam perawatan selanjutnya benda uji diangkat dan diangin-anginkan selama 24 jam, selanjutnya ditimbang, diukur dimensinya, kemudian diuji dengan mesin tekan dan dicatat beban tekan maksimumnya. Kekuatan tekan mortar pasir apung dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)



2.a. Perendaman benda uji



2.b. Benda uji siap untuk diuji tekan

Gambar 2. Benda uji mortar batu apung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Agregat Halus

Pengujian agregat yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, *specific gravity*, berat volume agregat, dan modulus kehalusan. Hasil-hasil pengujian tersebut disajikan dalam Tabel. 3.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa kadar lumpur, modulus kehalusan, berat jenis, berat volume diuji sesuai dengan SNI. Pengujian berat volume pada pasir apung lebih ringan, dengan kata lain agregat dapat digunakan untuk campuran bata semen.

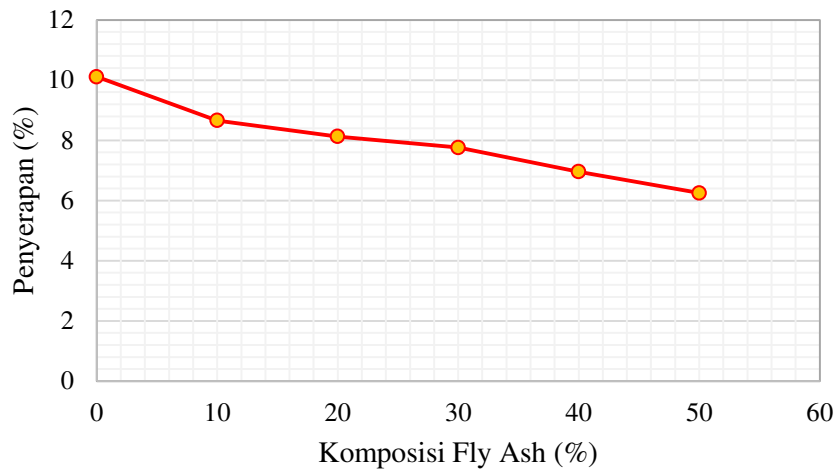
Tabel 3. Karakteristik Agregat Pasir Apung

| No | Jenis Pengujian | Hasil Pemeriksaan |
|----|--|-------------------|
| 1 | Kadar Lumpur | 2,75% |
| 2 | Berat jenis | |
| | Berat Jenis Kering (<i>bulk specific gravity</i>) | 1,57 |
| | bert jenis kering permukaan jenuh (<i>saturated surface dry</i>) | 2,50 |
| | Berat jenis semu (<i>apparent specific gravity</i>) | 1,85 |
| | Penyerapan (<i>absorption</i>) | 9,90 % |
| 3 | Berat volume | |
| | Kondisi Padat | 0,78 |
| | Kondisi lepas | 0,70 |
| 4 | Modulus halus butir (MHB) | 2,88 % |

Karakteristik Mortar Pasir Apung

Penyerapan air mortar pasir apung

Hubungan antara penggunaan *fly ash* dengan besarnya penyerapan air dapat dilihat pada gambar 2.



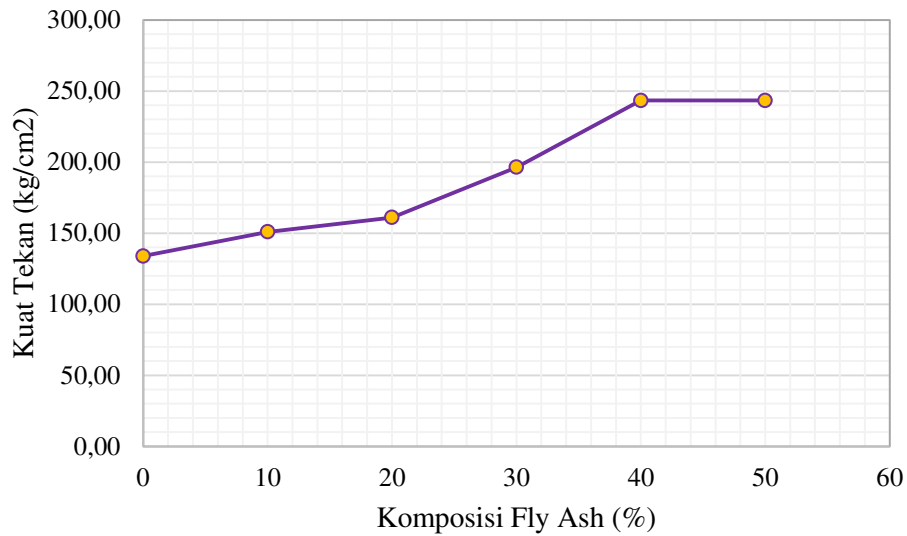
Gambar 3. Hubungan antara penggunaan *fly ash* dan penyerapan air mortar

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa dengan peningkatan komposisi *fly ash* yang ditambahkan ke dalam campuran mortar pasir apung maka akan mempengaruhi kinerja penyerapan dari mortar pasir apung tersebut. Dimana semakin meningkat komposisi *fly ash* dalam mortar pasir apung cenderung untuk menurunkan kemampuan penyerapan dari mortar pasir apung. Ini disebabkan karena *fly ash* bersifat filler, jadi mampu mengisi rongga sehingga *void* pada mortar pasir apung semakin kecil yang berimplikasi pada daya serap mortar pasir apung menurun.

Kuat Tekan Mortar Pasir Apung

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa dengan peningkatan komposisi *fly ash* yang ditambahkan ke dalam campuran mortar pasir apung maka akan mempengaruhi kuat tekan dari mortar pasir apung tersebut. Dimana semakin meningkat komposisi *fly ash* dalam mortar pasir apung, cenderung untuk meningkatkan kuat tekan mortar pasir apung. Ini disebabkan karena *fly ash* bersifat filler, jadi mampu mengisi rongga sehingga *void* pada mortar pasir apung semakin kecil yang berimplikasi daya lekat antara pasir apung dengan semen dan *fly ash* semakin kuat, disebabkan salah satu sifat dari *fly ash* adalah bersifat *cementious* atau mengikat. Dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pada campuran mortar pasir apung dapat memperbaiki kinerja kuat tekan mortar.

Hubungan pencampuran *fly ash* terhadap kuat tekan bata semen rata-rata secara lengkap dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara penggunaan *fly ash* dan kuat tekan mortar mortar

Klasifikasi Mortar Pasir Apung

Klasifikasi hasil pengujian mortar pasir apung dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Klasifikasi Bata Semen Pasir Apung *fly ash* Sebagai Bahan Tambah

| Presentase <i>fly ash</i> (%) | Kuat Tekan Bata semen (Kg/Cm ²) | Syarat Fisis (Kg/Cm ²) | Tingkat Mutu | Syarat Fisis Penyerapan (max) (%) | Penyerapan Bata semen (%) |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------|--|---------------------------------|
| 0 | 133.88 | 100 | I | 25 | 10,11 |
| 10 | 150.87 | 100 | I | 25 | 8,66 |
| 20 | 161.06 | 100 | I | 25 | 8,13 |
| 30 | 196.40 | 100 | I | 25 | 7,76 |
| 40 | 243.29 | 100 | I | 25 | 6,96 |
| 50 | 243.29 | 100 | I | 25 | 6,25 |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat, bahwa mortar pasir apung dengan menggunakan bahan tambah *fly ash* dikategorikan sebagai mortar kelas I.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pada pencampuran mortar pasir apung 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % terhadap berat semen dapat memperbaiki kinerja penyerapan dari mortar pasir apung tersebut.
2. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pada pencampuran mortar pasir apung 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % terhadap berat semen dapat meningkatkan kinerja kuat tekan dari mortar pasir apung tersebut.

3. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pada pencampuran mortar pasir apung 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% terhadap berat semen dan pemberian beban pada proses pembuatan mortar semen dapat memperbaiki parameter terhadap tingkat mutu mortar sehingga mortar yang dihasilkan masuk dalam kategori tingkat mutu I.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryanti, N.H., 2015. Kuat Tekan Batan Ringan Dengan Campuran Abu Terbang PLTU Asam-Asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Flux* 12(1) hlm:20-30
- Kusdiyono dan Rochadi, M.T., 2012. Pengaruh Pemanfaatan Limbah Batu Bara (fly ash) Terhadap Kekuatan Tekan Mortar Type M. *Wahana Teknik Sipil* 17 (2) hlm: 97-106
- Mistry, S et al, 2011. Fly Ash Bricks Masonry: An Experimental Study. *National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology*.
- SNI 03-0349-1998. *bata beton untuk pasangan dinding*. Standar Nasional Indonesia
- SNI 03-6882-2002, *pengujian mortar*. Standar Nasional Indonesia
- SNI 03-6825-2002. *metode pengujian kuat tekan mortar untuk pekerjaan sipil*. Standar Nasional Indonesia
- Simanullang, D.Y. 2014. Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai Dan Pasir Apung Dengan Bahan Tambah Fly Ash Dan Complast Dengan Perawatan (Curing). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, hlm 621-631
- Sultan, M.A dan Yudasputra, M.T. 2017. Pengaruh Tekanan pada Pembuatan Bata Semen Berbahan Dasar Pasir Apung). *Prosiding Simposium II UNIID*, hlm 360-364.
- Sultan, M.A et al. 2018. Effect of Pressure and Making of Cement Bricks from Pumice. Pengaruh Tekanan pada Pembuatan Bata Semen Berbahan Dasar Pasir Apung). *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* 9(5): pp:1084-1091
- Ola, A.L dan Silaban, D.P. 2018. Komposit Bata Beton Ringan dari Fly Ash dan Bottom Ash Limbah Batubara Pabrik Minyak Nabati. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 12(1) hlm:47-55.
- Wenno, R. dkk. 2014. Kuat Tekan Mortar dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Asal PLTU Amurang sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik* 5(2) hlm:252-259