

PEMANFAATAN *FLY ASH* BATU BARA SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN DALAM PEMBUATAN BETON MUTU TINGGI

UTILIZATION OF COAL FLY ASH AS AN ADDITIONAL MATERIAL IN THE MANUFACTURE OF HIGH-QUALITY CONCRETE

Diah Indradewi¹, Fahrudin Lahay^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tompotika Luwuk, Luwuk, 94711

*Corresponding author email: fahrudinfly4@gmail.com

Abstrak

Dalam pembuatan beton bermutu tinggi dapat memanfaatkan bahan-bahan tambahan (*admixtures*) untuk mensubstitusi pemakaian semen. Batu bara dalam proses kebutuhan industri menghasilkan residu berupa abu yang memiliki kandungan silika sebagai bahan baku substitusi semen Portland. Penelitian bertujuan untuk menganalisis perhitungan campuran (*mix design*) beton mutu tinggi menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambahan (*admixtures*). Eksperimen dilakukan di Laboratorium Beton Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Banggai. Proses pembuatan beton mutu tinggi mengacu pada SNI 7656:2012 dan SNI 03-6468-2000. Hasil eksperimen menunjukkan penggunaan *fly ash* batu bara menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 79,38 MPa. Hasil ini berdasarkan SNI 03-6468-2000 masuk dalam kategori beton bermutu tinggi yakni beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 MPa.

Kata kunci: Batu bara, *fly ash*, kuat tekan beton.

Abstract

The manufacture of high-grade concrete can use additional materials (*admixtures*) to substitute the use of cement. Coal in industrial needs produces residues in ash that have silica content as a raw material for Portland cement substitute. The research aims to calculate high-quality concrete mix designs using fly ash as additional material (*admixtures*). The experiment was conducted in the Concrete Laboratory of the Public Works and Public Housing Office of the Banggai Regency. The process of making high-quality concrete refers to SNI 7656:2012 and SNI 03-6468-2000. The experiments showed that coal fly ash produced a strong concrete press on an average of 79.38 MPa. This result is based on SNI 03-6468-2000 in high-grade concrete, namely, concrete with a compressive strength between 40 - 80 MPa.

Keyword : Coal, *fly ash*, concrete strength

PENDAHULUAN

Sektor industri baik yang berskala kecil, menengah, maupun, yang berskala besar sangat merasakan dampaknya (Muzdalifa et al. 2018), karena mereka harus terus memproduksi bahan produknya yang menggunakan mesin-mesin berbahan bakar minyak maupun gas alam. Ada sebagian industri yang tidak kehabisan akal untuk mengganti bahan bakar mesin produksi mereka yang semula menggunakan bahan bakar minyak dengan bahan alternatif lainnya, yaitu briket batu bara (Tirtosoekotjo & Rahardjo, 2009). Apabila penggunaan batu bara dalam proses produksi suatu industri yang memerlukan pemanasan suhu tinggi dalam jumlah yang cukup besar, maka akan menghasilkan sisa (residu) berupa abu (Aziz, 2013).

Abu dari sisa proses pembakaran batubara pada industri yang menggunakan sumber energi batubara ini sering disebut sebagai abu terbang (*fly ash*) (Aida et al, 2018), karena mempunyai kandungan silica dioksida (SiO_2) yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton (Putra et al, 2014). Abu terbang (*fly ash*) pertama kali digunakan dalam skala besar pada pembangunan hungry horsedam di Amerika Serikat dengan kandungan sekitar 30% dari berat semen (Irawan et al, 2015). Pada saat ini penggunaan abu terbang pada beton semakin meningkat (Haryanti, & Wardhana 2019), sehingga hampir menjadi material yang biasa digunakan dalam pembuatan beton, terutama untuk memproduksi beton mutu tinggi. Penggunaan abu terbang sebagai bahan tambahan tidak hanya memberikan keuntungan teknis pada beton yang dihasilkan, tetapi juga kontribusi untuk pelestarian lingkungan akibat polusi, mengingat abu terbang merupakan limbah industri (Marthinus et al, 2015). Selain itu dengan mereduksi jumlah semen yang digunakan juga akan mengurangi polusi akibat kegiatan semen yang berlebihan (Trisnoyuwono, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perhitungan campuran (*mix design*) beton mutu tinggi menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambahan (*admixture*).

METODE PENELITIAN

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan di Laboratorium Beton PUPR Kabupaten Banggai dengan mesin uji tekan sampai kondisi beton uji rusak.

Spesifikasi Abu Terbang (*fly ash*)

Spesifikasi Abu Terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton ada 3, yaitu:

- Abu terbang kelas F ialah abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis antrasit, pada suhu 1560°C .
- Abu terbang kelas N, ialah hasil kalnisasi dari pozolan alam, misalnya tanah diatomic, shale, tuft, dan batu apung.
- Abu Terbang kelas C ialah hasil dari pembakaran lignit atau batu bara dengan kadar karbon sekitar 60%, abu terbang ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur diatas 10%.

Proses Pembuatan Beton Mutu Tinggi

Proses pembuatan beton mutu tinggi mengacu pada SNI 7656:2012 tentang tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa, dan SNI 03-6468-2000 tentang perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang.

a. Pengujian material

Sebelum pengecoran, dilakukan terlebih dahulu penyiapan meterial dan pengujian sebagian material (terutama material utama, yaitu : semen portland type I, air, agregat halus dan agregat kasar) serta bahan tambahan yang digunakan. Komposisi slump beton dan ukuran agregat (Tabel 1) dijadikan untuk menentukan kadar air bebas.

Tabel 1. Komposisi slump beton dan ukuran agregat

Ukuran agregat maksimum	Tipe agregat	Slump			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 100
10	Tak Pecah	150	180	205	225
	Pecah	180	205	230	250
20	Tak Pecah	135	160	180	195
	Pecah	170	190	210	225
40	Tak Pecah	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

Pengujian yang dilakukan pada semen portland antara lain : berat jenis semen, kehalusan semen, konsistensi normal, waktu ikat/time setting, berat isi semen. Pengujian

yang dilakukan pada air antara lain : pH air, sifat-sifat air. Sedangkan pengujian yang dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus antara lain : berat jenis dan penyerapan agregat kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus, berat isi agregat, kadar organis agregat, kadar lumpur agregat, kadar air agregat, bulking faktor.

b. Persiapan Abu Terbang (*fly ash*)

Sebelum digunakan untuk pengecoran, abu terbang yang telah disiapkan sesuai takaran dicampur dengan semen sampai homogen, dengan metode pencampuran mekanis menggunakan mixer, pencampuran tersebut dilakukan sampai benar-benar tercampur merata.

c. Persiapan Air

Air yang digunakan bersuhu 27°C, setelah dipersiapkan sesuai kebutuhan, kemudian ditambahkan Viscocrete dan kemudian diaduk sampai merata (homogen)

d. Persiapan Agregat

Meskipun kadar lumpur dalam agregat memenuhi syarat, masih perlu pencucian secara konvensional dengan mengaduk pasir didalam wadah besar berisi air supaya kadar lumpurnya hilang, kemudian ditiriskan, dilakukan selama 3 kali berturut-turut, pencucian tersebut dilakukan setelah diadakan pengujian kadar lumpur. Agregat hasil pencucian didiamkan sampai kering permukaan (SSD) baru kemudian diadakan pengujian (agregat) yang lainnya. Karena agregat yang dipersiapkan dipilih (dibeli) secara acak maka perlu dilakukan penggabungan agregat, disamping untuk mendapatkan gradasi yang baik (well graded), juga untuk memenuhi kriteria zona I. Untuk analisa gradasi agregat halus dan agregat kasar diperlakukan menurut gradasi ASTM C – 33 – 78.

e. Selama Pengecoran

Pembuatan beton dilakukan di dalam ruangan yang terlindung dari panas matahari secara langsung. Pengadukannya menggunakan mesin pengaduk (*mixer*), bertenaga listrik. Bahan-bahan dimasukkan kedalam mesin pengaduk yaitu agregat halus dan semen yang telah dicampur dengan abu terbang (*fly ash*) secara bersamaan, dan diaduk selama 5 menit dengan tujuan agar terjadi agregat tercampur secara homogen dan merata. Setelah seluruh bahan kering tercampur secara homogen, mulai menambahkan secara bertahap agregat kasar berturut-turut air lalu viscocrete dan diaduk selama 5 menit. Setelah menjadi campuran beton, adukan tersebut dituang ke wadah, yang kemudian dimasukkan ke cetakan silinder, kemudian benda uji tersebut dilakukan sedikit penggetaran diatas meja penggetar (*vibrator*).

f. Setelah Pengecoran

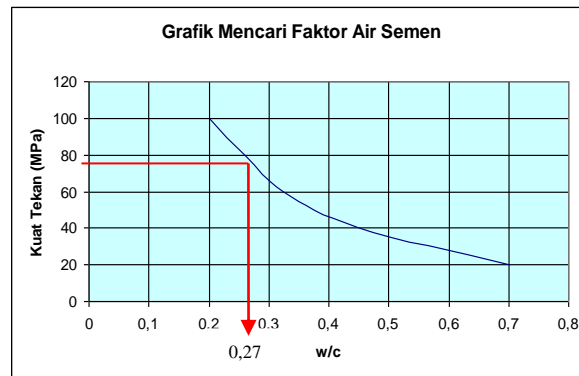
Setelah 1 hari (24 jam) benda uji tersebut di keluarkan dari cetakan dan kemudian direndam dalam air tawar yang bersih bersuhu 27°C, meskipun terjadi fluktuasi suhu air antara malam hari dan siang hari tetapi sangat kecil, berkisar 1 sampai 2°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi (*Mix Design*)

Pada *mix design* ini target kekuatan yang hendak dicapai adalah beton dengan tekan 70 MPa (N/mm²). Dari kekuatan tekan tersebut diperkirakan adanya penyimpangan sebesar 10% dibawah kekuatan rencana. Sehingga didapat nilai $k = 1,34$ sedang deviasi standar beton dengan kuat tekan 70 MPa adalah $s = 7$ MPa, sehingga kuat tekan beton rata-rata (FM) = 79,38 MPa (Tabel 2).

Dari hasil perhitungan kekuatan beton rata-rata (FM) = 79,38 MPa dapat ditentukan faktor air semen (w/c) melalui grafik di bawah ini.



Grafik 1. Faktor air semen (FAS)

Nilai faktor air semen (w/c) = 0,27 digunakan untuk menentukan kadar semen dalam campuran beton.

Tabel 2. Hasil perhitungan *mix design*

Jenis material	Nilai	Satuan
Kekuatan beton rata-rata	79,38	MPa
Faktor air semen (w/c)	0,27	-
Kadar air bebas	159,94	kg
Kadar semen	592,37	kg
Kadar abu terbang (<i>fly ash</i>)	253,87	kg
Persentase agregat halus	47,70	%
Persentase agregat kasar	52,30	%
Berat jenis agregat	2,74	gr/cm ³
Berat jenis beton	2412,00	kg/m ³
Kadar agregat gabungan	1659,69	kg
Kadar agregat halus	791,67	kg
Kadar agregat kasar	868,02	kg
Kadar viscocrete	0,50	%
Kadar air dalam agregat halus	9,67	kg
Kadar air dalam agregat kasar	0,36	kg
Kebutuhan bahan (agregat halus)	801,34	kg
Kebutuhan bahan (agregat kasar)	868,38	kg
Kebutuhan semen	592,37	kg
Kebutuhan air	169,97	kg
Kebutuhan abu terbang	253,87	kg
Viscocrete	4,23	ltr/m ³

Dari hasil analisa dan perhitungan *mix design* diperoleh faktor air semen sebesar 0,27, kebutuhan air campuran 169,97 Kg, kadar semen 592,37 Kg, kadar agregat halus 801,34 Kg, kadar agregat kasar 868,38 Kg dan kadar abu terbang 253,87 Kg, sehingga untuk mendapatkan komposisi beton mutu tinggi campuran abu terbang diperlukan komposisi campuran tersebut (Tabel 2), dengan kuat tekan beton rata-rata 79,38 MPa. Hasil ini berdasarkan SNI 03-6468-2000 masuk dalam kategori beton bermutu tinggi yakni beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 MPa. Eksperimen yang dilakukan oleh Adibroto et al, (2018) menggunakan *fly ash* abu batu, kuat tekan beton optimum pada variasi 10% yaitu sebesar 30,770 MPa, kuat tekan yang terendah terdapat pada variasi 25% yaitu sebesar 20,046 MPa. Selain itu, hasil eksperimen Ervianto et al (2016) menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan *fly ash* dan zat additive (*betsmittel*) 5%; 7,5%; dan 10% sebesar 35,95 MPa; 41,49 MPa; dan 40,45 MPa. Dari hasil tersebut jika dibandingkan dengan *fly ash* batu

bara lebih tinggi kuat tekan beton dibandingkan *fly ash* abu batu dan *fly ash* abu batu yang dikombinasikan dengan zat additive. Sehingga dapat disimpulkan bahwa campuran abu terbang (*fly ash*) ini memenuhi syarat sesuai SNI untuk beton bermutu tinggi.

KESIMPULAN

Hasil analisis campuran (*mix design*) beton mutu tinggi menggunakan abu terbang (*fly ash*) 10% sebagai bahan tambahan (*admixture*), menghasilkan kuat tekan beton sebesar 79,38 MPa. Hasil ini berdasarkan SNI 03-6468-2000 masuk dalam kategori beton mutu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F., Suhelmidawati, E., & Zade, A. A. M. (2018). Eksperimen beton mutu tinggi berbahan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(1), 11-16.
- Aida, E. R., Lisha, S. Y., & Puty, Y. (2018). Pemanfaatan limbah abu terbang batubara (*fly ash*) Di PLTU Ombilin sebagai bahan koagulan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 1(3), 125-131.
- Aziz, M. (2013). Karakterisasi mineral ampas serta evaluasinya untuk pembuatan mineral geopolimer bangunan. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15(1), 7-16
- Ervianto, M., Saleh, F., & Prayuda, H. (2016). Kuat tekan beton mutu tinggi menggunakan bahan tambah abut terbang (*fly ash*) dan zat adiktif (*bestmittel*). *Sinergi*, 20(3), 199-206.
- Haryanti, N. H., & Wardhana, H. (2019). Pengaruh komposisi campuran pasir silika dan kapur tohor pada bata ringan berbahan limbah abu terbang batubara. *Jurnal Fisika Indonesia*, 21(3), 11-15.
- Irawan, R. R., Hardono, S., Budiman, Y. I., Soeherman, O., Triani, D. N. D., & Gunawan, G. 2015. Beton dengan sedikit semen portland dan tanpa semen portland memanfaatkan abu terbang dari PLTU batubara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Marthinus, A. P., Sumajouw, M. D., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap kuat tarik belah beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 729-736
- Muzdalifa, I., Rahma, I. A., & Novalia, B. G. (2018). Peran fintech dalam meningkatkan keuangan inklusif pada UMKM di Indonesia (pendekatan keuangan syariah). *Jurnal Masharif Al-Syariah: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, 3(1), 1-24
- Putra, A. K., Wallah, S. E., & Dapas, S. O. (2014). Kuat tarik belah beton geopolymer berbasis abu terbang (*fly ash*). *Jurnal Sipil Statik*, 2(7), 330-336
- Tirtosoekotjo, S., & Rahardjo, B. S. (2009). Prospek briket batubara lignit sebagai bahan bakar alternatif sektor rumah tangga dan industri kecil. *Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink)*, 5(1).
- Trisnoyuwono, D. (2015). Pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat workability dan sifat fisik-mekanik beton non pasir dengan agregat alwa asal Cilacap. *Rekayasa Sipil*, 9(1), 29-36.