

KARAKTERISTIK *PAVING BLOCK* BERPORI DENGAN BAHAN DASAR ABU TERBANG (*FLY ASH*) DARI PLTU 2 AMURANG SULAWESI UTARA

Gehati Tatuhe¹, Muh. Lukhfi¹, Elisabet Mangalape¹, Samuel Mundung¹ dan Steve Supit¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Jl. Raya Politeknik, Buha, Kec. Mapanget, Kota Manado, 95252
E-mail: steviewmsupit@sipil.polimdo.ac.id

Abstract

Porous paving block is one of the innovations in the field of construction material, especially for road pavement. In order to improve the quality of porous paving blocks, this research uses fly ash waste taken at PLTU 2 Amurang, North Sulawesi as a partial replacement for cement with a percentage of 30%, 40%, 50%, and 60% by the weight of cement. In this research, the characteristics of porous paving blocks were tested, namely compressive strength, flexural strength, and void ratio with a cement:coarse aggregate: fine aggregate mix ratio of 1:2:1 and water/cement = 0.3. Based on the test results, it was found that the mixture with 30% fly ash gave higher compressive strength and flexural strength values than other mixtures with fly ash. However, the values were still lower than those of mixtures without fly ash. The results showed the potential application of using fly ash as a substitute for cement in porous paving blocks for parking lots (Quality B) according to the Indonesian National Standard. Further research is expected to be developed using mixture modification by increasing the ratio of cement:coarse aggregate to obtain maximum results related to the function of porous paving blocks in reducing rainwater runoff through increasing the void ratio or cavity content.

Keywords: *Porous paving block, fly ash, compressive, flexural, void ratio*

Abstrak

Paving block berpori merupakan salah satu inovasi dalam bidang material konstruksi khususnya untuk perkerasan jalan. Guna meningkatkan kualitas *paving block* berpori, maka penelitian ini menggunakan limbah abu terbang yang diambil di PLTU 2 Amurang, Sulawesi Utara sebagai pengganti sebagian semen dengan prosentase 30%, 40%, 50%, dan 60% dari berat semen. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian karakteristik *paving block* berpori yakni kuat tekan, kuat lentur, *void ratio* dengan rasio campuran semen: agregat kasar: agregat halus adalah 1:2:1 dan air/semen = 0,3. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa campuran dengan 30% abu terbang memberikan nilai kuat tekan dan kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan campuran dengan abu terbang lainnya. Namun nilai yang diberikan masih lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa abu terbang. Hasil penelitian menunjukkan potensi aplikasi pemanfaatan abu terbang sebagai pengganti semen pada *paving block* berpori pada pelataran parkir (Mutu B) berdasarkan Standard Nasional Indonesia. Penelitian lanjutan diharapkan dapat dikembangkan menggunakan modifikasi campuran dengan meningkatkan rasio semen: agregat kasar untuk diperoleh hasil yang lebih maksimal terkait fungsi *paving block* berpori dalam mengurangi limpasan air hujan melalui peningkatan void ratio atau kadar rongga.

Kata kunci: *Paving block berpori, abu terbang, tekan, lentur, kadar rongga*

PENDAHULUAN

Paving block merupakan bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu (SNI 03-0691-1996). Konstruksi infrastruktur jalan dengan menggunakan perkerasan kaku menjadi semakin populer karena memiliki beberapa keunggulan seperti mudah dipasang, kekuatan dan daya tahan baik serta biaya pemeliharaan yang rendah. Selain mudah dipasang dan dirawat, penggunaan *paving block* membantu menjaga pasokan air tanah karena daya serapnya yang baik. Selain itu, *paving block* dapat dipasang di berbagai lokasi seperti jalan raya, tempat parkir, trotoar, taman, halaman dan lain sebagainya.

Dewasa ini telah berkembang aplikasi *paving block* berpori yang berguna untuk mengurangi limpasan air hujan, meningkatkan kualitas air tanada dan meredam kebisingan suara kendaraan. Namun kekuatan *paving block* berpori perlu lebih ditingkatkan karena cenderung memiliki kekuatan yang rendah akibat rongga-rongga yang terbentuk sehingga pemanfaatannya masih cukup terbatas untuk area pejalan kaki dan tempat parkir (Zulfikar dan Karolina, 2010). Oleh karena itu salah satu solusinya adalah melalui penambahan material pozzolan salah satunya abu terbang.

Abu terbang (*fly ash*) merupakan limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan dan pemanfaatan *fly ash* adalah salah satu usaha untuk menanggulangi masalah lingkungan. *Fly ash* sendiri memiliki sifat pozzolan dan dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat sehingga *fly ash* pada prosentase tertentu dapat digunakan pada pembuatan beton, bata, keramik atau *paving block* (Marwan dkk, 2017; Harystama dkk, 2020)

Melihat perkembangan saat ini dimana penggunaan *fly ash* sudah banyak digunakan dalam penelitian campuran *paving block*, maka dalam penelitian ini, peneliti bermaksud menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen pada *paving block* berpori untuk mengetahui karakteristik mekanik *paving block* berpori dengan bahan dasar abu terbang (*fly ash*). Penggunaan *fly ash* dalam campuran *paving block* berpori dapat membantu mengurangi limbah batu bara yang dihasilkan dari PLTU serta memaksimalkan penggunaan limbah industri untuk konstruksi.

METODE PENELITIAN

Jenis limbah abu terbang yang dipakai dalam penelitian ini adalah tipe C yakni abu terbang hasil pembakaran lignit/batu bara. Abu terbang jenis ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur di atas 10% dari PLTU II Sulawesi Utara, Desa Tawaang Minahasa Selatan Prov. Sulawesi Utara dan lolos saringan No.100. Semen yang digunakan yaitu semen PCC Conch. Agregat kasar dengan ukuran 5-10 mm diambil dari Lolak, Bolaang Mongondow. Untuk menjaga kelecakan campuran digunakan bahan tambah *Superplasticizer (sikacim concrete additive)* diambil 0,5% dari berat semen. Rasio antara air dan berat semen diambil 0,3 dengan perbandingan antara semen, agregat kasar, dan pasir adalah 1:2:1.

Pada penelitian ini, digunakan metode eksperimental atau percobaan langsung pada *paving block* berpori menggunakan presentase campuran *fly ash* dari berat semen. Beberapa jenis penelitian yang dilakukan adalah Pengujian Kuat Tekan, Pengujian Kuat Lentur, dan *Void Ratio* dengan campuran yang digunakan adalah perbandingan campuran agregat dan semen yang divariasikan adalah 30%, 40%, 50% dan 60% *fly ash* dari berat semen. Pengambilan komposisi campuran ini didasarkan atas penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Poluan (2021) yang menyatakan potensi pemanfaatan abu terbang di atas 40%. Penggantian semen dengan jumlah abu terbang yang lebih banyak diharapkan bukan saja menambah kualitas produk namun dapat juga menghasilkan produk yang lebih ekonomis. Adapun pencetakan benda uji dilakukan di industri pencetakan *paving block* di Kec. Mapanget, Kota Manado menggunakan ukuran 210mmx11mmx60mm. Gambar proses pencetakan dan benda uji yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



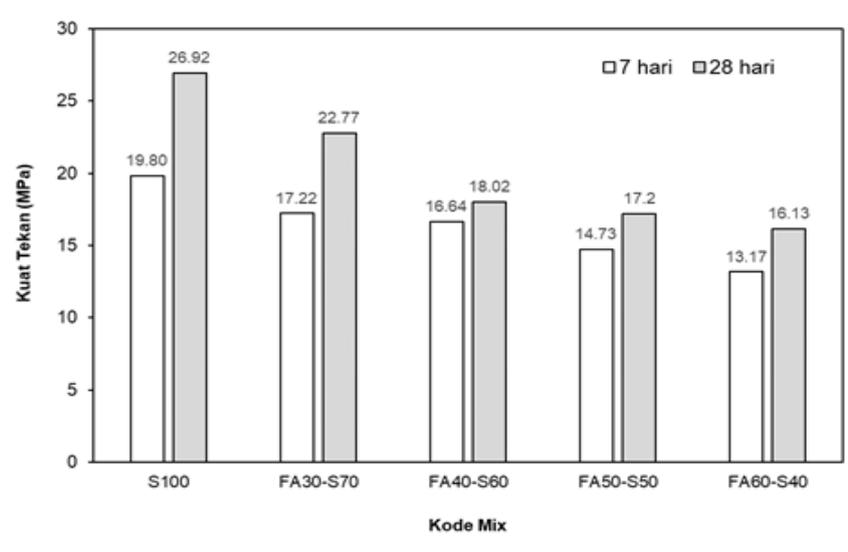
Gambar 1. Proses pencampuran dan pencetakan *paving block* berpori

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan *paving block* berpori dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan masing-masing 3 benda uji pada setiap variasi campuran. Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan dengan variasi prosentase abu terbang sebagai pengganti sebagian semen yakni 30%, 40%, 50%, dan 60%. Berdasarkan hasil nilai kuat tekan, terlihat bahwa kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari diperoleh pada campuran tanpa abu terbang dengan nilai kuat tekan 19,80 MPa. Diantara campuran yang menggunakan abu terbang, campuran abu terbang 30% dan semen 70% memberikan nilai kuat tekan paling tinggi yakni 17,22 MPa. Demikian juga pada umur *paving block* berpori ke 28 hari dengan kekuatan tekan sebesar 22,77 MPa. Dapat terlihat dengan jelas adanya penurunan kekuatan tekan semakin bertambahnya prosentase penggunaan abu terbang. Kecenderungan penurunan kuat tekan akibat bertambahnya jumlah abu terbang juga diungkapkan dalam penelitian sebelumnya. (Poluan, (2021); Saputra, (2016); Sumajouw dan Windah, (2015)).

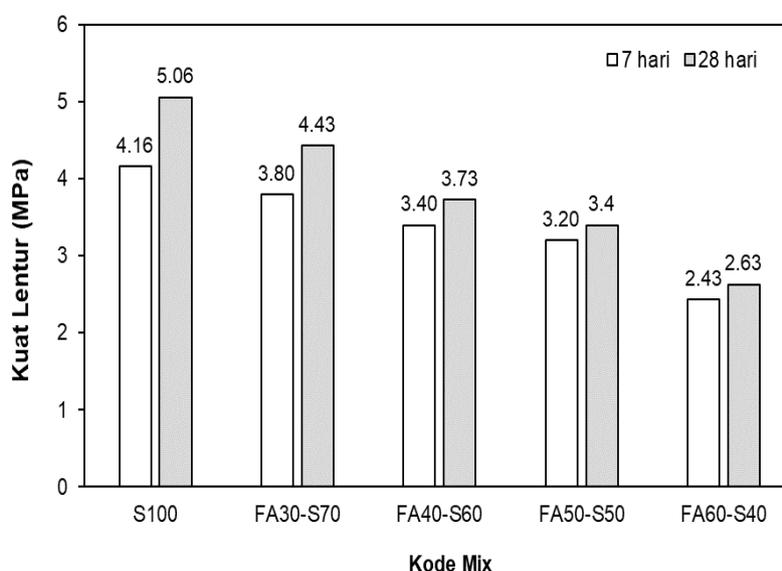
Berdasarkan hasil nilai kuat tekan ini, campuran abu terbang dapat meningkatkan potensi penggunaan *paving block* berpori untuk pelataran parkir dengan kekuatan minimal 17 MPa sedangkan campuran dengan kekuatan lebih rendah dari nilai ini dapat digunakan untuk taman dan penggunaan lain berdasarkan Standard Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1997 tentang bata beton (*paving block*).



Gambar 2. Nilai kuat tekan umur 7 dan 28 hari

Kuat Lentur

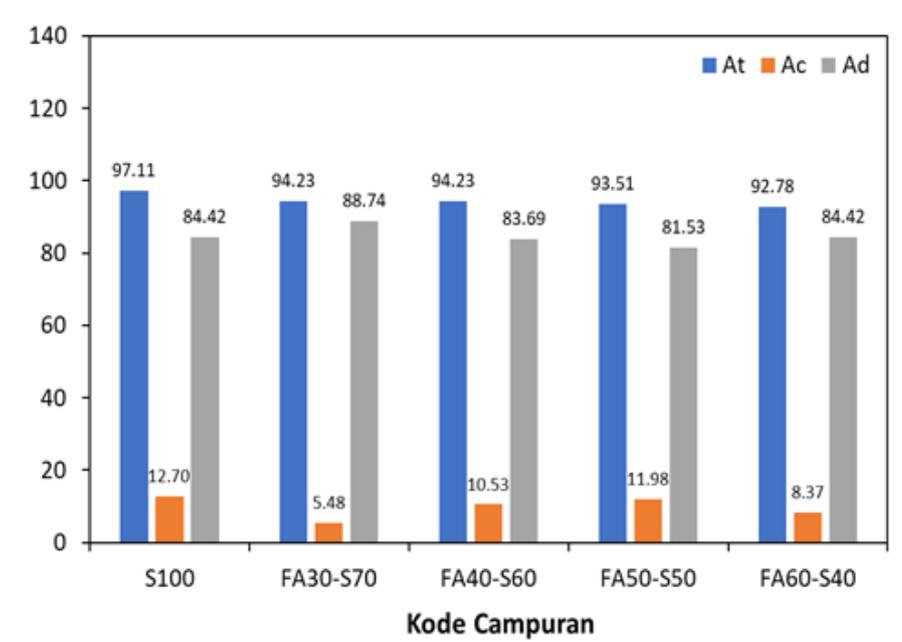
Gambar 3. menunjukkan nilai kuat lentur *paving block* berpori pada umur 7 dan 28 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh, terlihat bahwa penggunaan abu terbang sebagai pengganti semen pada *paving block* berpori memberikan penurunan kekuatan lentur semakin bertambahnya prosentase abu terbang dalam campuran semen. Dalam hal ini, campuran dengan 30% memberikan nilai kuat lentur yang paling tinggi dibandingkan campuran yang lain. Namun jika dibandingkan dengan *paving block* berpori dengan campuran tanpa abu terbang, penggunaan dengan 30% abu terbang memiliki nilai kuat lentur sekitar 10-14% lebih rendah pada umur 7 dan 28 hari, dengan nilai kuat tekan adalah 3,8 MPa dan 4,43 MPa. Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai ini mendekati nilai minimum kekuatan lentur pada umur 28 hari untuk perkerasan beton semen yang diatur dalam Spesifikasi Umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2019, yakni minimal 5 MPa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa potensi penggunaan abu terbang pada *paving block* berpori dengan campuran yang direncanakan ini untuk ukuran *paving block* dengan tebal 60cm masih terbatas pada pemanfaatan untuk beban layan yang lebih kecil dan diperlukan modifikasi campuran untuk dapat digunakan sebagai perkerasan untuk beban kendaraan besar.



Gambar 3. Nilai kuat lentur umur 7 dan 28 hari

Void Ratio

Perhitungan *void ratio* atau kadar rongga dilakukan menggunakan perhitungan prosentase jumlah pori berdasarkan *Japan Concrete Institute Standard (Report on Eco-Concrete Committee for Void Ratio of Porous Concrete and Pervious Concrete)*. Rumus pada standar ini dapat digunakan untuk menghitung jumlah pori yang berhubungan dan yang tidak berhubungan satu lainnya dalam benda uji *paving block* berpori. Dimana jumlah pori yang tidak berhubungan dapat mengindikasikan struktur pori-pori yang berukuran lebih besar yang memungkinkan lolos air yang lebih banyak.



Gambar 4. Void rasio campuran paving block berpori

Berdasarkan hasil dari Gambar 4 di atas, dapat dilihat bahwa prosentase pori setelah menggunakan abu terbang pada dasarnya lebih kecil dibandingkan dengan campuran tanpa menggunakan abu terbang. Sehingga menunjukkan bahwa benda uji dengan abu terbang memiliki kepadatan yang lebih besar dibandingkan tanpa abu terbang. Hal ini juga dapat dilihat melalui nilai jumlah pori yang terhubung (*Ac*) yang lebih besar khususnya pada campuran menggunakan 30% abu terbang. Semakin bertambahnya prosentase abu terbang yang digunakan, jumlah pori yang terhubung semakin menurun dan diikuti dengan meningkatnya jumlah pori yang tidak terhubung. Besarnya jumlah pori yang tidak terhubung mengindikasikan kurangnya ikatan antar agregat seiring

dengan semakin tingginya prosentase abu terbang yang digunakan. Dengan demikian, untuk mendapatkan kekuatan yang dapat mengimbangi fungsi *paving block* berpori dalam meloloskan air, campuran yang direkomendasikan adalah penggunaan abu terbang 30%-40%. Untuk menambah jumlah pori sehingga air yang diloloskan bisa lebih maksimal maka perlu dilakukan modifikasi rasio campuran semen dan agregat sebagaimana juga dalam penelitian Pandei dkk, (2019). Peningkatan jumlah agregat kasar sdapat ditingkatkan sehingga benda uji dapat memiliki pori-pori yang lebih banyak untuk meningkatkan laju infiltrasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, campuran abu terbang 30% dan semen 70% memberikan nilai kuat tekan paling tinggi yakni 22,77 MPa pada umur 28 hari, dibandingkan campuran dengan abu terbang 40%, 50% dan 60%. Namun nilai ini masih lebih rendah dari campuran tanpa abu terbang. Berdasarkan hasil nilai kuat tekan ini, campuran *paving block* berpori dengan abu terbang ukuran tebal 60 mm memiliki potensi untuk diaplikasikan pada konstruksi perkerasan untuk pelataran parkir dengan kekuatan minimal 17 MPa sesuai Standard Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-2002 tentang bata beton (*paving block*). Demikian juga dengan nilai kuat lenturnya, *paving block* berpori berukuran ini dapat digunakan pada pemanfaatan untuk beban layan yang lebih kecil dan diperlukan modifikasi campuran untuk dapat digunakan sebagai perkerasan untuk beban kendaraan yang lebih besar. Modifikasi campuran dapat digunakan melalui penambahan rasio semen dan agregat kasar untuk ukuran *paving block* dengan tebal yang lebih tinggi yakni 80mm. Karakteristik abu terbang yang lebih halus dengan sifat *ball bearing* menunjukkan bertambahnya pasta pada campuran yang dapat mengurangi rongga dan mempengaruhi fungsi *paving block* berpori dalam mengalirkan air dari permukaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-0691-2002, Bata Beton (Paving Block)*
Harystama, A, Agus, M, Al-Fathoni, S, Azizi, A. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Paving Block, *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 11-16.

- Marwan, Supriani, F, Afrizal, Y. (2017). Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Abu Terbang (Fly Ash) Dan Abu Cangkang Lokan Terhadap Kuat Tekan Paving Block, *Jurnal Inersia*, 9(1), 1-8.
- Pandei, R, Supit, S, Rangan, J, Karwur, A. (2019). Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Berpori (*Pervious Concrete*). *Politeknologi*, 18(1), Januari 2019.
- Poluan, J. (2021). Perencanaan Komposisi Campuran Paving Block Berpori Menggunakan Limbah Abu Terbang (Fly Ash) Bervolume Tinggi. Skripsi Sarjana Terapan, Politeknik Negeri Manado.
- Saputra, F, G. (2016). Pemanfaatan Abu Terbang Limbah Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Dan Tingkat Porositas Paving Stone Berpori, *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3), 9-12.
- Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2) (No. 16.1/SE/Db/2020).
- Sumajouw, M, D, J & Windah R, S. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton, *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 729- 736.
- Zulfikar, dan Karolina, R. (2010). Kajian Pendahuluan Beton Lolos Air (Porous Concrete) dengan Penambahan Masterroc HCA 10. *Jurnal Teknik Sipil USU*, Departemen Teknik Sipil. Medan: Univ. Sumatera Utara.