

## Kajian Kelayakan Material Pasir Silika Limbah *Blasting* untuk Mengantikan Material Pasir pada Produk *Paving Block*

Muhammad Fa'izin Amrulloh<sup>1</sup>, Luqman Cahyono<sup>1\*</sup>, dan Wiwik Dwi Pratiwi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Program Studi S2-Teknik Keselamatan dan Resiko, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia

\*E-mail: [luqmancahyono24@ppns.ac.id](mailto:luqmancahyono24@ppns.ac.id)

### Abstrak

Pada tahun 2021 pengoperasian kapal meningkat sebanyak 72.313.000, sehingga berdampak pada tingginya kebutuhan galangan untuk pemeliharaan kapal. Salah satu proses pemeliharaan adalah persiapan permukaan sebelum *coating* dengan teknik *sandblasting*. Jumlah timbulan limbah *sandblasting* di suatu perusahaan menghasilkan 145.200 kg/tahun, sehingga perlu adanya pengolahan lebih lanjut. Salah satu upaya yaitu pembuatan *paving block* untuk memanfaatkan pasir silika limbah *blasting* sebagai material agregat halus. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi pasir silika limbah *blasting* dan abu batu terhadap kuat tekan pada pembuatan bata beton (*paving block*). Metode yang digunakan adalah dengan cara mencampurkan semen dan agregat halus pada perbandingan 1:5 dan FAS konstan sebesar 0,4. Agregat yang digunakan adalah campuran pasir silika limbah *blasting* dengan abu batu, menggunakan perbandingan agregat 1:1 dan 2:3. Metode perawatan *paving block* selama 28 hari dengan ditutup karung goni yang telah dibasahi. Penelitian ini mengacu pada SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving block*). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan bata beton (*paving block*) memenuhi mutu B dengan nilai 19,7 MPa dan 21,7 MPa. Pemanfaatan pasir silika limbah *blasting* untuk pembuatan *paving block* dapat mengurangi timbulan limbah *blasting* pada galangan kapal dan secara teknis layak untuk menggantikan material pasir.

**Keywords:** Abu Batu, Curing, Kuat Tekan, Pasir Silika Limbah *Blasting*, *Paving Block*

### 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan Kementerian Perhubungan (Kemenuh) bertambahnya pengoperasian kapal baru yang terus meningkat setiap tahun, seperti pada tahun 2021 meningkat sebanyak 72.313.000 kapal yang beroperasi. Berdasarkan data peningkatan jumlah kapal tersebut berdampak pada tingginya kebutuhan akan galangan reparasi kapal untuk perbaikan dan pemeliharaan kapal. Salah satu metode yang digunakan adalah *sandblasting*, yaitu penyemprotan pasir kuarsa bertekanan tinggi untuk membersihkan karat dan biota laut yang menempel pada peralatan logam (Rezasyah Alifiadi & Agus Slamet, 2022). (Dewantara et al., 2017) mengungkapkan bahwa pada salah satu perusahaan galangan kapal, massa terbesar limbah *sandblasting* sebesar 145.200 kg/tahun. Limbah *sandblast* dikategorikan sebagai limbah B3 karena pada limbah tersebut terindikasi mengandung sejumlah logam berat yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Menurut Kasiati dkk. (2012) dalam (Qomariah (2022) Berbagai macam inovasi dilakukan dalam pembuatan beton dengan menggunakan material alternatif pasir limbah sebagai sebagai bahan buangan dianggap tidak menguntungkan dan jumlahnya sangat melimpah dibandingkan pasir sungai, pasir silika limbah *blasting* memiliki kualitas yang cukup baik untuk digunakan dalam campuran beton. Meningkatkan kepadatan beton dengan menggunakan kerikil gradasi rapat pada perancangan beton.

Abu batu adalah bahan buangan hasil dari proses penghancuran bongkahan batu yang digunakan untuk campuran beton, sehingga abu batu pada *stone crusher* menjadi bahan limbah yang harus diupayakan penanganannya. Ketersediaan abu batu memiliki jumlah yang sangat banyak dan dapat dikembangkan untuk mengurangi penggunaan pasir alam dalam campuran beton (Mhd Almahi, Yelfidar, 2023).

Dari permasalahan jumlah timbulan di suatu perusahaan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan pasir silika limbah *blasting* sebagai agregat halus dengan kadar tertentu, yang digunakan sebagai bahan pembuatan bata beton (*paving block*). Penelitian ini menggunakan beberapa variasi komposisi pada tiap perbandingan yang akan digunakan, dan bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah *sandblast* terhadap kuat tekan.

### 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental dengan cara pembuatan dengan

dipress menggunakan mesin.

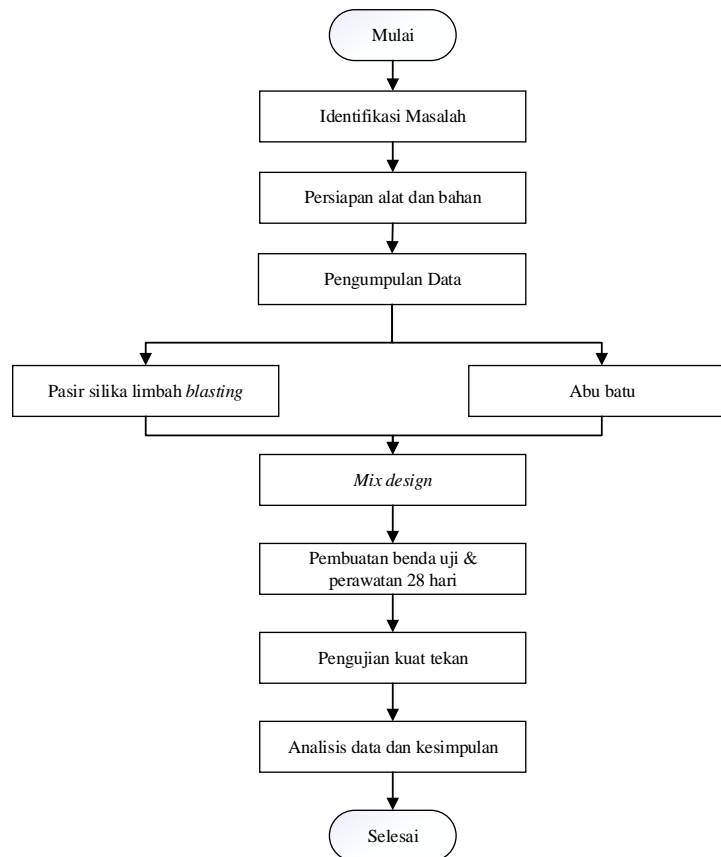
**2.1 Mix Design**

Perencanaan campuran dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui kebutuhan bahan yang diperlukan dalam pembuatan benda uji, sehingga didapat komposisi campuran yang sesuai dengan kombinasi yang telah ditentukan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 10cm x 20cm x 6cm, dengan perbandingan semen : agregat halus 1:5, perbandingan agregat halus 1 : 1 terdapat pada kode benda uji SB2,5-AB2,5 dan perbandingan 2 : 3 pada kode benda uji SB2-AB3. Komposisi campuran yang direncanakan dalam penelitian ini sebagai berikut

**Tabel 2. 2** *Mix design*

No	Kode benda uji	Perbandingan semen : agregat halus	Perbandingan agregat halus		FAS
			Pasir silika limbah blasting	Abu batu	
1.	SB2,5-AB2,5	1:5	2,5	2,5	0,4
2.	SB2-AB3	1:5	2	3	0,4

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.1



**Gambar 2. 2** Metode Penelitian

**2.1 Gradasi Agregat Halus**

Pengujian gradasi agregat halus bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi ukuran butiran. Hasil analisa pengujian gradasi pasir silika limbah *blasting*, hasil persen lolos kumulatif akan dibandingkan dengan SNI 03 2834 2000 untuk dapat mengetahui jenis butiran limbah *blasting* yang digunakan.

**2.2 Berat Jenis Agregat Halus**

Berat jenis (*specific gravity*) pada abu batu untuk pembuatan *paving block*, yang merupakan perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi berat jenis dari abu batu, pengujian berat jenis pasir dilakukan untuk menentukan berat jenis agregat dalam keadaan jenuh air kering permukaan (SSD).

### 2.3 Daya Serap Air Agregat Halus

Pengujian daya serap air agregat halus bertujuan untuk mengetahui kadar air resapan pada agregat halus yang akan digunakan sebagai campuran pada benda uji, pada pengujian ini menggunakan agregat halus berupa pasir silika limbah *blasting* dan abu batu.

### 2.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Tahapan dalam proses pembuatan benda uji *Paving block*, tahapannya yaitu sebagai berikut :

- Menyiapkan pasir silika limbah *blasting* dan abu batu
- Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat *Paving block*
- Menimbang material yang dibutuhkan, jumlah material mengacu pada *mix design*.
- Mencampurkan semua bahan ke dalam *mixer* dengan menambahkan air sesuai yang telah ditentukan
- Memastikan adonan yang telah siap dalam *mixer* akan masuk dalam mesin *press Paving block*
- Pastikan cetakan dalam mesin telah terisi merata
- Mengambil hasil cetakan *paving block* untuk diletakkan ke tempat perawatan.

Setelah selesai dalam proses cetak, *paving block* diletakkan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari, lalu dilakukan perawatan (*curing*) pada benda uji selama 28 hari dengan ditutup karung goni yang telah dibasahi.

### 2.5 Pengujian Bata Beton (*Paving Block*)

Pengujian kuat tekan *paving block* menggunakan alat *compression test* merupakan alat yang akan orang gunakan untuk menguji kekuatan beton terhadap tekanan. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-0691-1996 mengenai bata beton (*paving block*). Perhitungan uji kuat tekan pada bata beton (*paving block*) dapat dilihat dari perhitungan di bawah

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L}$$

Keterangan :

P = beban tekan, N

L = Luas bidang tekan, mm<sup>2</sup>

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Gradasi Agregat Halus

Pengujian gradasi pasir silika limbah *blasting* bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi ukuran butiran atau gradasi pasir silika limbah *blasting*. Berdasarkan hasil analisa pengujian gradasi pasir silika limbah *blasting* dan abu batu, hasil lolos ayakan berdasarkan batas atas dan batas bawah akan dibandingkan dengan SNI 03 2834 2000 untuk dapat mengetahui jenis butiran limbah *blasting* yang digunakan, yaitu kasar yang berarti daerah gradasi 1, sedang/agak kasar yang berarti daerah gradasi zona 2, agak halus yang berarti daerah gradasi zona 3 atau halus yang berarti daerah gradasi zona 4.

**Tabel 3. 2** Gradasi agregat halus

No.	Lubang Ayakan (mm)	Lolos ayakan (%)									
		Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		pasir silika limbah <i>blasting</i>	Abu batu
		Batas		Batas		Batas		Batas			
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah		
1.	4,75	100	90	100	90	100	90	100	95	99,7	99,86
2.	2,30	95	60	100	75	100	85	100	95	99,8	79,29
3.	1,18	70	30	90	55	100	75	100	90	91,2	67,80
4.	0,60	34	15	59	35	79	60	100	80	80,2	35,54
5.	0,30	20	5	30	8	40	12	50	15	48,1	17,48
6.	0,15	10	0	10	0	10	0	15	0	2,2	8,57

Berdasarkan tabel di atas pasir silika limbah *blasting* tidak termasuk dalam jenis butiran kasar, sedang/agak kasar ataupun agak halus. Dari hasil grafik pasir silika limbah *blasting* paling banyak masuk di daerah batas atas dan batas bawah gradasi zona 4, yang dimana pada uji gradasi pasir silika limbah *blasting* tergolong jenis butiran halus. Dan hasil ayakan abu batu menunjukkan hasil masuk dalam wilayah antara batas atas dan bawah daerah gradasi zona 2. Maka abu batu termasuk butiran sedang/agak kasar. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati bentuk kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat dengan gradasi baik memiliki susunan butiran dari halus hingga kasar secara beraturan, sangat ideal digunakan sebagai agregat

beton karena butirannya dapat saling mengisi sehingga akan diperoleh beton dengan kepadatan yang tinggi, mudah dikerjakan, dan mudah dialirkan (Gunawan, 2016)

### 3.3 Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian berat jenis dilakukan untuk menentukan berat jenis agregat dalam keadaan jenuh air kering permukaan (SSD). Pengujian ini mengacu pada SNI 03 1970 2008 menggunakan piknometer yang diisi air sebanyak 1000 ml atau 1000 cm<sup>3</sup>.

➤ Pasir silika limbah <i>blasting</i>		
Pasir kondisi SSD (A)	=	500 gram
Berat pasir + berat air dalam labu takar (B)	=	1.550 gram
Berat air dalam labu takar (C)	=	1.240 gram
Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	=	$\frac{A}{A + C - B}$
	=	$\frac{500 + 1.240 - 1.550}{2.632 \text{ gram/cm}^3}$
➤ Abu Batu		
Pasir kondisi SSD (A)	=	500 gram
Berat pasir + berat air dalam labu takar (B)	=	1.567 gram
Berat air dalam labu takar (C)	=	1.240 gram
Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	=	$\frac{A}{A + C - B}$
	=	$\frac{500 + 1.240 - 1.550}{2.890 \text{ gram/cm}^3}$

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, abu batu memiliki berat jenis kering sebesar 2,890 gram/cm<sup>3</sup>. Dan abu batu memiliki berat jenis sebesar 2,890 gram/cm<sup>3</sup>. Dapat disimpulkan bahwa pasir silika limbah *blasting* memenuhi syarat karena berat jenis agregat halus yang disyaratkan dalam SNI 03 1970 2008 yaitu 1,6-3,2.

### 3.5 Daya Serap Air Agregat Halus

Pengujian ini menggunakan agregat halus berupa pasir silika limbah *blasting* dan abu batu. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

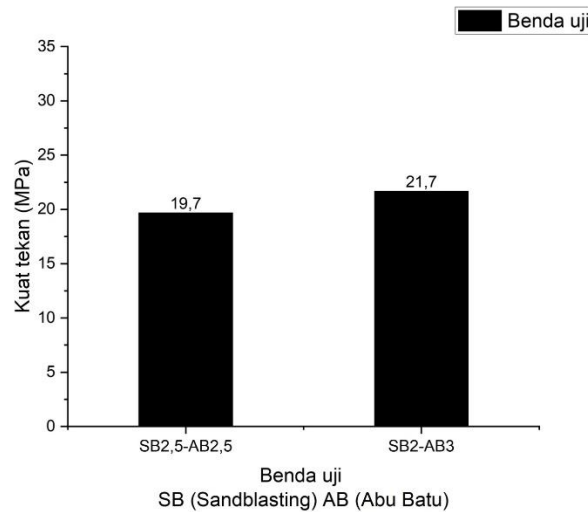
**Tabel 3. 3** Daya serap air agregat halus

Material	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	Daya serap air (%)
Pasir silika limbah <i>blasting</i>	500	495	1%
Abu Batu	500	487	2,6%

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil untuk daya serap air pasir silika limbah *blasting* sebesar 1% dan abu batu sebesar 2,6%. Agregat halus tersebut sudah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu tidak melebihi 3% menurut SNI 1970 2008 mengenai pengujian berat jenis dan agregat halus.

### 3.4 Uji Kuat Tekan

Pengujian dilakukan sesuai standar SNI 03-0691-1996. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 mengenai bata beton (*paving block*), standar kuat tekan untuk mutu A minimal 35 MPa dengan rata-rata 40 MPa, mutu B minimal 17 MPa dengan rata-rata 20 MPa, mutu C minimal 12,5 MPa dengan rata-rata 15 MPa, dan mutu D minimal 8,5 MPa dengan rata-rata 10 MPa. Pada penelitian ini pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji *paving block* berumur 28 hari.



**Gambar 3. 7** Hasil Uji kuat tekan paving block

Dilihat dari Gambar 3.1 didapatkan kuat tekan rata-rata untuk benda uji SB2,5-AB2,5 sebesar 19,7 Mpa dan SB2-AB3 sebesar 21,7 MPa. dari hasil pengujian ini besar kecilnya kuat tekan benda uji *paving block* dipengaruhi oleh perbandingan limbah *blasting* yang semakin sedikit. Ditinjau dari hasil kuat tekan membuktikan bahwa material pasir silika limbah *blasting* layak untuk menggantikan material pasir pada produk *paving block*. Kuat tekan *paving block* menunjukkan kualitas suatu struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang diinginkan maka semakin tinggi pula kualitas *paving block* yang akan dihasilkan (Cahyono, L., 2023).

Hasil dari uji kuat tekan ini memiliki keterkaitan dengan hasil uji gradasi yang telah dilakukan, untuk pasir silika limbah *blasting* memiliki jenis butiran halus, dan abu batu memiliki jenis butiran agak kasar. Dari material yang digunakan dalam pembentukan bata beton (*paving block*) menunjukkan bahwa pasir silika limbah *blasting* dapat mengisi rongga dari kekosongan abu batu dikarenakan ukurannya yang lebih kecil, hal ini sama dengan penelitian (Sengkey et al., 2024) yang menyatakan pasir agak halus dapat mengisi rongga-rongga antara batu pecah sehingga menghasilkan campuran yang memiliki kepadatan yang tinggi dengan rongga yang kecil, yang memberi dampak pada kekuatan tekan yang lebih tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Variasi komposisi pasir silika limbah *blasting* dan abu batu pada pembuatan bata beton (*paving block*) mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan. Bata beton (*paving block*) Pada uji kuat tekan memenuhi persyaratan Mutu B berdasarkan SNI 03-0691-1996 yaitu dengan perbandingan 1:5 dengan nilai kuat tekan rata-rata nilai 19,7 MPa dan 21,7 Mpa.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, L., et al. (2023). *EFFECT OF CANDLENUT SHELL ASH AS A SAND SUBSTITUTION ON COMPRESSIVE STRENGTH OF PAVING BLOCK*. 7(1), 149–157.
- Dewantara, F. A., Setiani, V., & Rizal, M. C. (2017). Perancangan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) pada Perusahaan Galangan Kapal. *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*, 2581, 219–225.
- Gunawan, A. (2016). Pengaruh Pencampuran Dua Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 59–68.
- Mhd Almahi, Yelfidar, S. H. R. (2023). *Pengaruh Penambahan Abu Batu Terhadap Mix Design Campuran Beton K-225*. 1(1).
- Qomariah, & Agustin Dita Lestari. (2022). Analisis Perambatan Retak Dan Hasil Sem Pada Beton Normal Dengan Substitusi Pasir Limbah Sunblasting. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 3(2), 134–140.
- Rezasyah Alifiadi, & Agus Slamet. (2022). Utilization of Sandblasting Waste as an Alternative Material for Paving Blocks. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(12), 4399–4407.
- Sengkey, S. L., Kandiyoh, G. E., Peginusa, S. S., & Soukotta, D. (2024). Pengaruh Gradasi Pasir Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyerapan Paving Blok Geopolimer. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(2), 8582–8589.