

Pemanfaatan Pasir Silika Limbah *Blasting* sebagai Agregat Halus Bata Ringan CLC (*Celluler Lightweight Concrete*)

Ach. Wuddadin Ilmi Zamzami¹, Wiwik Dwi Pratiwi², Denny Dermawan^{1*}

¹Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Magister Teknik Keselamatan dan Resiko, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya
60111

*E-mail: denny.dermawan@ppns.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi oleh menumpuknya timbulan limbah *sandblasting* dari industri galangan kapal. Saat ini dalam industri galangan kapal timbulan limbah *sandblasting* dapat mencapai angka 12.100 kg/bulan, Bahkan di negara Taiwan timbulan limbah *sandblasting* mencapai angka 2.168 ton/tahun. Salah satu solusi alternatif yang dapat dilakukan atas permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan limbah *sandblasting* sebagai bahan pengganti agregat halus (pasir), untuk material konstruksi bangunan yaitu bata ringan. Bata ringan pada umumnya terbuat dari campuran semen, agregat halus, air, dan *foaming agent*, tetapi dalam penelitian ini pembuatan dilakukan pergantian bahan yang awalnya pasir sebagai agregat halus digantikan dengan pasir silika limbah *blasting*. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pasir silika limbah *blasting* sebagai pengganti agregat halus terhadap kualitas kuat tekan bata ringan yang mengacu pada SNI 8640:2018. Metode pembuatan bata ringan maupun pengujian kuat tekan penelitian ini mengacu pada SNI 8640:2018. Variabel dalam pembuatan bata ringan yang direncanakan yaitu *mix design* dengan digantinya pasir dengan pasir silika limbah *blasting*. Komposisi yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi komposisi antara pasir silika limbah *blasting* dan semen yaitu komposisi 1:1, 1:1,5, 1:2,3, dan 1:4. Hasilnya ada tiga variasi yang telah memenuhi standart bata ringan yaitu variasi 1:1, 1:1,5, dan 1:2,3 sedangkan untuk variasi 1:4 tidak memenuhi standar bata ringan. Hasil terbaik didapat pada variasi 1:2,3 dengan nilai kuat tekan sebesar 2,83 MPa. Penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan limbah *sandblasting* dapat menghasilkan produk bata ringan yang berpotensi memiliki nilai jual.

Keywords: Bata Ringan, Komposisi, Kuat Tekan, Semen, *Sandblasting*

1. PENDAHULUAN

Sandblasting merupakan kegiatan pembersihan permukaan kasar oleh karat dengan cara menembakan partikel pasir berkecepatan tinggi yang didorong oleh udara bertekanan. Kegiatan *sandblasting* akan meninggalkan sisa berupa limbah pasir silika yang tidak dimanfaatkan. Limbah *sandblasting* di negara Taiwan mencapai angka 2.186 ton limbah setiap tahunnya. Pasir silika limbah *sandblasting* termasuk limbah bahan berbahaya dan beracun, apabila tidak dikelola dengan baik dapat membahayakan lingkungan, karena mengandung logam berat yang berdampak buruk bagi kesehatan. Contohnya adalah penyakit silikosis, yaitu penyakit yang disebabkan akibat masuknya partikel silika kepernafasan dengan metode konvensional karena efisiensi dan fleksibilitasnya yang lebih tinggi dalam mengikuti bentuk permukaan yang rumit. Namun metode tersebut menghasilkan limbah berbahaya dan beracun dari penghilangan lapisan selama perbaikan dan pemeliharaan kapal menimbulkan tantangan lingkungan. Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 101 Tahun 2014, limbah *sanblasting* berupa pasir silika dapat disebut limbah bahan berbahaya beracun (B3). Saat ini dalam suatu industri galangan kapal timbulan limbah *sandblasting* dapat mencapai angka 12.100 kg/bulan (Dewantara dkk., 2017). Oleh sebab itu, kelebihan limbah hasil proses *sandblasting* berupa pasir silika dengan kandungan silika yang tinggi perlu dimanfaatkan secara inovatif (Abidin dkk., 2023).

Hasil dari analisa XRF pada limbah *sandblasting* menunjukan bahwa kandungan kimia seperti oksida silika (SiO₂) yang sangat besar seperti kandungan pasir silika (Qomariah dkk., 2020), Sehingga dalam hal ini pasir silika limbah *blasting* dapat dimanfaatkan sebagai pengganti pasir dalam pembuatan konstruksi bangunan. Dalam hal ini dapat mendorong pemanfaatan pasir silika limbah *blasting*, salah satunya sebagai bata ringan. Berdasarkan hal tersebut dapat meningkatkan kualitas bata ringan ditinjau dari uji kuat tekan.

Dalam dunia konstruksi penggunaan material untuk bangunan yang awalnya umumnya menggunakan bata merah sudah bergeser berganti dengan bata ringan. Hal itu terjadi disebabkan kualitas bata ringan yang lebih baik dari bata merah dan efektifitas pemakaian bata ringan jauh diatas bata merah. Bata ringan merupakan

bahan bangunan seperti bata merah akan tetapi memiliki keunggulan dengan bobot yang ringan tapi memiliki kekuatan yang relative sama dengan jenis bata lainnya. Ada dua macam jenis bata ringan yaitu CLC (*Celular Aerated Concrete*) dan AAC (*Autoclaved Aerated Concrete*). Untuk bata ringan AAC, terbentuknya gelembung udara disebabkan oleh reaksi kimia, dimana bahan kimia yang digunakan adalah aluminium. Berbeda dengan AAC, bata ringan CLC dikeraskan secara alami. Dalam prosesnya, agregat kasar digantikan dengan gelembung udara, menggunakan busa organik yang tidak menimbulkan reaksi kimia selama proses pencampuran. Bahan dasar bata ringan CLC dan AAC relatif sama, yaitu pasir, air, dan semen. Perbedaannya terletak pada bahan pengembangnya, dimana untuk AAC terdapat bahan tambahan seperti gipsium dan aluminium, sedangkan untuk CLC terdapat tambahan foaming agent. Pada bata ringan CLC *foaming agent* berguna untuk membuat gelembung udara berpori-pori yang dapat menyebabkan berat material bata ringan menjadi ringan (Eppendie & Kushartomo, 2023).

Bata ringan terbagi menjadi beberapa jenis, yang pertama diklasifikasikan berdasarkan fungsi struktural maupun fungsi non struktural, untuk pasangan dinding biasanya bata nonstruktural sedang bata struktural hanya dapat digunakan pada bangunan maksimal dua lantai tetapi dapat digunakan sebagai pengganti fungsi kolom tapi tetap ada balok pengikat. Klasifikasi selanjutnya berdasarkan lingkungan yang dihadapi, untuk jenis yang bisa terkena langsung dengan kondisi basah disebut terekspos sedang yang tidak dapat berhubungan langsung dengan lingkungan luar disebut non terekspos, maka dari itu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan pasir silika limbah *blasting* ini dengan tujuan agar meminimalisir penimbunan limbah dan sebagai bentuk pengurang konsumsi sumber energi yang digunakan terus menerus. Penelitian ini mengangkat topik tentang pengaruh pasir silika limbah *blasting* digunakan untuk menggantikan pasir sebagai pengganti agregat halus. Penelitian ini juga memiliki tujuan untuk mencari komposisi yang menghasilkan nilai kuat tekan yang tinggi. Pada penelitian (Sukmana dkk., 2019) komposisi dengan pemakaian 100% pasir silika limbah *blasting* sebagai pengganti pasir hanya menggunakan satu komposisi yaitu komposisi 1:1,5, maka dari itu pada penelitian ini dapat menggunakan 100% pasir silika limbah *blasting* sebagai pengganti pasir dengan berbagai komposisi agar bisa menemukan komposisi yang sesuai.

Penelitian ini memanfaatkan pasir silika limbah *blasting* menjadi produk bata ringan yang memiliki nilai kuat tekan yang memenuhi standar mutu bata ringan sesuai dengan SNI 8640:2028, sehingga dapat direkomendasikan kepada industri, terutama pada industri galangan kapal, untuk memanfaatkan limbah *sandblasting* tersebut.

2. METODE

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental, dengan beberapa tahapan penelitian meliputi studi literatur, persiapan alat dan bahan, pengujian material, perencanaan mix design, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian kuat tekan pada bata ringan

2.1 Pengujian Sifat Kimia Material

Pengujian sifat kimia material ini menggunakan uji XRF pada pasir silika limbah *blasting* untuk mengetahui senyawa kimia pada pasir silika limbah *blasting*. XRF (*X-Ray Fluorexcence*) adalah metode analisis instrumental yang digunakan untuk komposisi unsur kimia dari suatu sampel. Teknik ini menggunakan sinar-X untuk merangsang atom dalam sampel sehingga menghasilkan fluoresensi atau radiasi sekunder yang dapat diukur untuk menentukan unsur-unsur yang ada dan konsentrasinya dalam sampel tersebut.

2.2 Mix Design Bata Ringan

Bata ringan dibuat dengan campuran beberapa material sesuai proporsi masing – masing material agar mendapatkan mutu optimum sesuai yang direncanakan. Proporsi campuran yang digunakan tertera pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Mix design bata ringan

Kode Benda Uji	Komposisi (<i>Sandblasting</i> , semen)	<i>Foam Agent</i> (%)	Air (FAS)
B1	1:1	7,5	0,5
B2	1:1,5	7,5	0,5
B3	1:2,3	7,5	0,6
B4	1:4	7,5	0,6

2.3 Pembuatan Benda Uji dan Perawatan

Pembuatan benda uji dilakukan menggunakan mesin mixer untuk pembentukan busa foam agent dan pengadukan mortar. Setelah dibuat selanjutnya dilakukan perawatan (*Curing*) dengan metode ditutup karung goni selama 28 hari.

2.4 Pengujian Benda Uji

Benda uji yang telah dilakukan perawatan hingga umur 28 hari selanjutnya akan dilakukan pengujian terkait kuat tekan. Pengujian pada bata ringan mengacu pada SNI 8640:2018. Setelah dilakukan pengujian maka dapat ditentukan terkait formulasi variasi bata ringan terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis XRF Material

Pengujian XRF bertujuan untuk mengetahui senyawa penyusun pada material terlebih khususnya material oksida. Hasil dari uji XRF pasir silika limbah *blasting* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

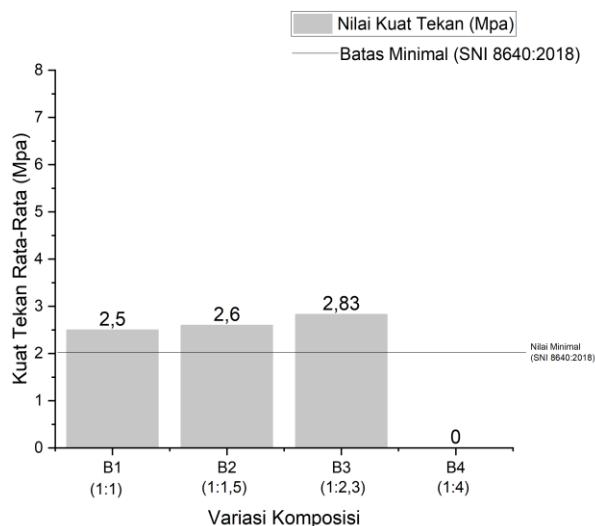
Tabel 2. Hasil uji XRF

Jenis Unsur	Konsentrasi	Jenis Oksida	Konsentrasi
Mg	0,7%	MgO	0,7%
Al	2,4%	Al ₂ O ₃	2,7%
Si	65,4%	SiO ₂	78,6%
P	1%	P ₂ O ₅	1%
S	0,34%	SO ₃	0,39%
K	4,36%	K ₂ O	2,25%
Ca	10,19%	CaO	6,04%
Ti	1,25%	TiO ₂	0,91%
V	0,01%	V ₂ O ₅	0,01%
Mn	0,16%	MnO	0,08%
Fe	11,3%	Fe ₂ O ₃	6,04%
Cu	1,75%	CuO	0,74%
Zn	0,71%	ZnO	0,30%
Sr	0,10%	SrO	0,04%
Zr	0,27%	ZrO ₂	0,11%
Ba	0,06%	BaO	0,05%
Re	0,1%	Re ₂ O ₄	0,04%
Os	0,05%	OsO ₄	0,03%

Berdasarkan Tabel 2 di atas komponen kimia penyusun pasir silika limbah *blasting* yang dominan yaitu senyawa silicon oksida sebanyak 78,6%. Hal ini sesuai dengan penelitian (Rachmalia, 2018) pasir silika limbah *blasting* memiliki SiO₂ paling tinggi yaitu sekitar 49,53%. Selain SiO₂ kandungan lain yang memiliki presentase tinggi yaitu CaO sekitar 6,04% (Borucka-Lipska et dkk., 2019). Bahan yang memiliki kandungan silika yang tinggi membuat bahan tersebut meningkatkan nilai rekat dalam beton. Zat SiO₂ termasuk ke dalam pozzolan, karena bahan yang mengandung senyawa silika atau senyawa alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan membentuk senyawa seperti semen. Reaksi yang terjadi antara SiO₂ dengan air juga melibatkan zat CaO, reaksi tersebut adalah sebagai berikut $SiO_2 + CaOH_2 + H_2O$ menjadi $Ca(SiO_3) + 2 H_2$ (Wijaya dkk., 2021).

3.2 Analisis Kuat Tekan Bata ringan

Pengujian kuat tekan memiliki tujuan untuk mendapatkan kualitas bata ringan yang telah dibuat. Pengujian kuat tekan dilakukan mengacu pada SNI 8640-2018 tentang baku mutu kualitas bata ringan. Pengujian kuat tekan bata ringan dilakukan dua tahap, tahap pertama dilakukan untuk sampel bata ringan berbentuk silinder berukuran 7,5 cm x 15 cm berumur 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Nilai uji kuat tekan bata ringan

Berdasarkan Gambar 1. hasil pengujian kuat tekan bata ringan dengan komposisi pasir silika limbah blasting dan semen 1:1, 1:1,5, dan 1:2,3 telah memenuhi standart nilai kuat tekan bata ringan yaitu diatas 2 MPa menurut SNI 8640:2018, sedangkan untuk komposisi 1:4 gagal, dikarenakan tidak dapat kering, tidak bisa mengikat dan tidak padat. Hal tersebut disebabkan kandungan semen yang sangat sedikit dibandingkan agregat halus. Semen sendiri memiliki fungsi untuk mengikat atau merekatkan butir-butir agregat menjadi satu, sehingga terjadi massa yang kompak dan padat. Selain itu, semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga di antara butir-butir agregat, maka dari itu pada komposisi 1:4, komposisi semen tidak mampu mengikat butir-butir agregat dan tidak bisa mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat (Zuraidah & Hastono, 2018)

Pasir *sandblasting* sangat mempengaruhi hasil kuat tekan benda. Hal ini dikarenakan sifat fisik pada limbah *sandblasting* agak halus sehingga butiran yang halus, tersebut dapat mengisi pori-pori pada bata yang dapat membuat kuat tekannya semakin meningkat (Abdillah & Muhabbah, 2020). Kandungan SiO₂ pada pasir silika limbah *blasting* cukup tinggi, sehingga dapat membantu meningkatkan nilai kuat tekan (Aginam dkk., 2013). Berat jenis pasir juga dapat mempengaruhi nilai kuat tekan. Nilai berat jenis pasir silika limbah *blasting* yang lebih besar dari pasir biasa dapat menunjukkan bahwa nilai berat jenis mempengaruhi nilai kuat tekan. Nilai berat jenis yang lebih tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih padat. Agregat yang lebih padat dapat memberikan kepadatan yang lebih tinggi pula, yang umumnya kepadatan dapat meningkatkan nilai kuat tekan (Lo dkk., 2007).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pasir silika limbah *blasting* dapat menggantikan pasir sebagai agregat halus. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji kuat tekan tiga variasi yang sudah memenuhi nilai kuat tekan untuk produk bata ringan menurut SNI 8640:2018, tetapai terdapat satu variasi yang gagal dikarenakan kurangnya kandungan semen, sehingga semen tidak dapat mengikat agregat halus. Bata ringan dengan variasi terbaik terdapat pada variasi B3 yaitu komposisi 1:2,3 dengan nilai kuat tekan 2,83 Mpa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, N., & Muhabbah, Z. (2020). Pemanfaatan Limbah Sandblasting Pasir Silika Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Beton. *Jurnal Unitek*, 12(1), 10–16.
- Abidin, M. Z., Sutrisno, W., & Sutrisno, R. D. (2023). *Investigation of the effect of sandblasting waste treatment method as nano-silica on the compressive strength of concrete mortar*. 38(2), 71–77.
- Aginam, C. H., Chidolue, C. A., & Nwakire, C. (2013). Investigating the Effects of Coarse Aggregate Types on The Compressive Strength Of Concrete. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 3(4), 1140–1144.
- Borucka-Lipska, J., Techman, M., & Skibicki, S. (2019). Use of Contaminated Sand Blasting Grit for Production of Cement Mortars. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471(3), 0–6.
- Dewantara, F. A., Setiani, V., & Rizal, M. C. (2017). Perancangan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Pada Perusahaan Galangan Kapal. *Seminar K3*, 2581.
- Eppendie, A., & Kushartomo, W. (2023). Analisis Efektifitas Penggunaan Bata Ringan Sebagai Pengganti Bata Merah Pada Konstruksi Gedung Bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 6(3), 595–600.

- Lo, T. Y., Tang, W. C., & Cui, H. Z. (2007). The effects of aggregate properties on lightweight concrete. *Building and Environment*, 42(8), 3025–3029.
- Qomariah, Q., Sugiharti, S., & Riyanto, S. (2020). The utilization of sandblasting sand waste for mortar and normal concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732(1).
- Rachmalia, Q. (2018). Pengaruh Urutan Penambahan Alkali Aktivator pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C. In *Tugas Akhir Terapan: Vol. RC 146599*.
- Sukmana, N. C., Melati, M. S., Setyawan, M. I., Prayoggi, E., & Anggarini, U. (2019). Optimization of cellular lightweight concrete using silica sand of sandblasting waste based on factorial experimental design. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 509(1).
- Wijaya, R. A., Wijayanti, S., & Astuti, Y. (2021). Fly Ash Limbah Pembakaran Batubara sebagai Zat Mineral Tambahan (Additive) untuk Perbaikan Kualitas dan Kuat Tekan Semen. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(1), 127–134.
- Zuraidah, S., & Hastono, B. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 1(1), 8–13.