

## STUDI KARAKTERISASI BAHAN BAKU LIMBAH SANDBLASTING UNTUK AGREGAT BETON

Jarot Wijayanto<sup>1</sup> Ani Purwanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta

Email korespondensi: [jarot@poliban.ac.id](mailto:jarot@poliban.ac.id)

### INTISARI

Kalimantan Selatan merupakan garis poros maritim Indonesia, sehingga terdapat beberapa industri galangan / dok kapal. Dalam usahanya membangun kapal, melakukan konversi, perawatan / pemeliharaan kapal, pembuatan / perbaikan komponen kapal menggunakan teknologi *sandblasting* untuk membersihkan permukaan material kontaminasi seperti karat, cat, garam, oli dan lain sebagainya atau untuk memperoleh karakter profil material baik untuk memperkasas ataupun memperhalus. Limbah *sandblasting* berupa pasir secara dominan tersusun oleh kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang berwarna putih bening membentuk pola heksagonal serta beberapa mineral pengotor yang bersenyawa dengan mineral tersebut. Kekerasan pasir limbah *sandblasting* berkisar antara 7 (skala Mohs), berat jenis antara 2,50 - 2,70, titik lebur antara 1715 °C, panas spesifik 0,185 dan konduktivitas panas antara 12-100 °C. Limbah *sandblasting* dilihat dari karakteristiknya bisa dijadikan agregat halus campuran beton. Nilai kuat tekan beton terbaik pada luasan 0,003 m<sup>2</sup> diperoleh pada komposisi agregat halus 30% dan umur beton 28 hari sebesar 25,26 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih tinggi 10,57% dari campuran normal yang memiliki nilai 22,59 MPa. Hasil ini memenuhi persyaratan mutu K-250 (21,7 MPa)

**Kata Kunci:** agregat, beton limbah, *sandblasting*

### PENDAHULUAN

Kalimantan Selatan merupakan garis poros maritim Indonesia, sehingga terdapat beberapa industri galangan / dok kapal. Dalam usaha membangun kapal, melakukan konversi, perawatan / pemeliharaan kapal, pembuatan / perbaikan komponen kapal menggunakan teknologi *sandblasting*. *Sandblasting* adalah metode untuk membersihkan permukaan material kontaminasi seperti karat, cat, garam, oli dan lain sebagainya atau untuk memperoleh karakter profil material baik untuk memperkasas ataupun memperhalus, metode ini sering diaplikasikan pada permukaan yang berbahan dasar logam. Proses ini umumnya dilakukan sebelum melakukan proses pelapisan permukaan material dengan tujuan untuk meningkatkan daya rekat lapisan pada permukaan material.

Penelitian pemanfaatan limbah *sandblasting* telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya:

Abdilah, Nn dan Muhabbah, Z (2019), dalam penelitiannya yang berjudul pemanfaatan limbah *sandblasting* pasir silika sebagai bahan pengganti agregat halus untuk campuran beton, menyimpulkan

pengaruh penggunaan limbah *sandblasting* sebagai bahan ganti agregat halus dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton, bahkan kuat tekan yang didapat lebih tinggi dari yang telah direncanakan. Hal ini terjadi dikarenakan sifat fisik pada limbah *sandblasting* agak halus sehingga butiran yang halus tersebut dapat mengisi pori-pori pada beton yang dapat membuat kuat tekannya semakin meningkat.

Ulfah, S, dkk (2016), meneliti pemanfaatan limbah mill scale dan limbah *sandblast* dapat digunakan sebagai campuran agregat halus dalam pencampuran beton. Agar hasil kuat tekan yang diinginkan sesuai yang direncanakan, maka persentase pencampuran yang tepat dapat menghasilkan hasil kuat tekan beton yang sesuai. Hasil rata-rata kuat tekan pada umur 28 hari untuk beton normal sebesar 22.59 MPa, kadar LMS 10% sebesar 20.74 MPa, kadar LMS 20% sebesar 19.63 MPa, kadar LMS 30% sebesar 20.74 MPa, kadar LS 10% sebesar 20.74 MPa, kadar LS 20% sebesar 19.26 MPa, kadar LS 30% sebesar 25.26 MPa. Kuat tekan beton pada penelitian ini memenuhi persyaratan untuk beton normal yaitu K-250 sebesar 21.7 MPa.

Hibriza, R.K dkk(2019), Menganalisa karakteristik limbah sandblasting yang dilakukan adalah mengenai ukuran partikulat, konsentrasi limbah sand blasting serta konsentrasi Fe dan Al pada limbah sand blasting. Pada penelitian ini melakukan pengujian ukuran partikulat menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope), pengujian konsentrasi limbah sand blasting dengan metode Gravimetri menggunakan alat High Volume Air Sampler (HVAS) dan pengujian konsentrasi Besi (Fe) dan Aluminium (Al) menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai ukuran partikulat adalah sebesar 1,751  $\mu\text{m}$  sampai 63,06  $\mu\text{m}$ , untuk nilai konsentrasi limbah sandblasting adalah 6654,545 mg/m<sup>3</sup> sedangkan untuk nilai konsentrasi Fe dan Al adalah sebesar 1,6375 mg/m<sup>3</sup> dan 2,2925 mg/m<sup>3</sup>.

Yudhistia A.R dkk (2018), melakukan kegiatan penelitian proses ekstraksi Alumina yang terdapat dalam lumpur Lapindo Sidoarjo dipengaruhi oleh pemanasan dan konsentrasi pelarut HCl yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi HCl dan temperatur ekstraksi yang digunakan, semakin banyak massa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didapatkan Hasil rendemen tertinggi didapatkan pada variasi konsentrasi HCl 6 M. Nilai hasil rendemen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didapatkan dari metode pemanasan lebih besar dibandingkan dengan metode tanpa pemanasan.

Sukmana, N.C, (2017), dalam penelitiannya menemukan faktor yang berpengaruh pada pembuatan paving block dengan bahan pasir silika limbah sandblasting pada kombinasi level dengan kuat tekan tertinggi didapatkan pada komposisi semen 1,1 kg, pasir 2,5 kg dan pasir silika 2 kg dengan kuat tekan sebesar 21,56 MPa pada paving block berumur 28 hari.

Kisnawati, R.D dan Suprpto (2016), penelitian yang telah dilakukan, memperoleh kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada rasio padatan red mud : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:CaO yaitu 1,5:2,5:1,25 sebesar 16,94%. Semakin banyak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan CaO yang digunakan maka semakin banyak silika yang terlarut dalam larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> juga dipengaruhi oleh waktu sintering. Kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tertinggi diperoleh pada waktu sintering selama 1 jam dengan rasio red mud:Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:CaO yaitu 1,5:2,5:1,25 sebesar 25,69% dengan recovery 97,35%.

Pencemaran udara menjadi salah satu pencemaran yang dikategorikan sebagai pencemaran yang sangat berbahaya. Hal ini dikarenakan partikel polutan dari pencemaran ini berukuran sangat kecil sehingga tidak disadari oleh masyarakat. Gambar 1. menunjukkan limbah pasir silika.



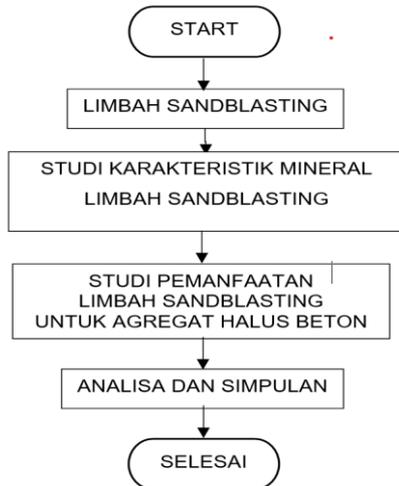
Gambar 1. Limbah Pasir Silika

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk uji karakteristik limbah *sandblasting* yang nantinya akan dimanfaatkan kembali (reuse) sebagai material beton. Kegiatan penelitian ini memiliki urgensi pengolahan sampah dan pemanfaatannya sebagai material (ekplorasi material baru) urgensi pengolahan sampah dan pemanfaatannya sebagai material (ekplorasi material baru).

## METODE PENELITIAN

Limbah *sandblasting* yang dirujuk adalah dari limbah industri galangan / dok kapal. Studi karakterisasi mineral limbah sandblasting terdiri dari kandungan mineral, konsentrasi Fe dan Al serta ukuran partikel menggunakan skema *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Studi pemanfaatan limbah *sandblasting* untuk agregat halus campuran beton digunakan ukuran 15x15x15 cm untuk mengetahui kuat tekan beton pada prosentasi 10; 20 dan 30% dilakukan pengadukan homogen yang diuji pada umur 7; 14; 21 dan 28 hari dengan mutu beton K-250 (21,7 MPa). Studi pemanfaatan untuk bahan tambah pengecoran logam (Aluminium) perlutambahan yang cukup panjang yaitu menggunakan proses bayer dalam mengendapkan alumina dari limbah *sandblasting*.

Bagan alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Studi Identifikasi Karakteristik Limbah Sandblasting**

Limbah *sandblasting* mengandung beberapa mineral sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1. (Triyanti, 2017).

Tabel 1. Mineral dalam Limbah

Oksida	Limbah Sandblast (%)
Kapur (CaO)	4,56
Silika (SiO <sub>2</sub> )	49,53
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	22,01
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	18,80
Magnesium (MgO)	1,98
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	0,0714

Berdasarkan kandungan limbah *sandblasting* yang tertera pada Tabel 1. terlihat bahwa limbah *sandblasting* banyak mengandung oksida logam seperti silika, alumina, dan besi. Mineral yang terkandung dalam limbah tersebut menjadikan limbah *sandblasting* berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan koagulan. Dalam hal ini, berdasarkan penelitian koagulan berbasis Fe dan Al dapat menurunkan turbiditas (kekeruhan) air dengan optimal pada pH 9 (Putri dan Soewondo, 2010). Selain itu, berdasarkan penelitian oleh penambahan koagulan abu layang berbasis logam terbukti dapat menyebabkan padatan tersuspensi dalam sampel limbah cair menggumpal sehingga nilai total padatan tersuspensi turun (Susilo dan Sulistyawati, 2019).

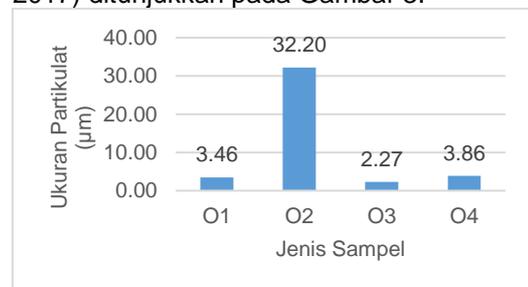
Nilai konsentrasi besi (Fe) dan Aluminium (Al) diukur dengan

menggunakan ASS (Hibriza, R.Z, 2017) dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Konsentrasi Fe dan Al dalam limbah Sandblasting

No	Sampel	Parameter Fe (mg/m <sup>3</sup> )	Parameter Al (mg/m <sup>3</sup> )
1	O1	1,66	2,78
2	O2	0,50	0,41
3	O3	1,17	1,93
4	O4	3,22	4,05
Rerata		1,64	2,29

Ditinjau dari komposisi oksida logam yang dominan, limbah *sandblasting* terdiri dari oksida logam besi, aluminium dan silika. Nilai rerata konsentrasi Fe dan Al dalam partikulat limbah *sandblasting* masing-masing 1,69 dan 2,29 (mg/m<sup>3</sup>). Apabila merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun parameter partikulat baku mutunya 230 mg/m<sup>3</sup>. Limbah *sandblasting* memiliki bentuk yang tidak beraturan dan memiliki ukuran yang beragam yang terdistribusi secara acak pada lokasi keberadaannya. Limbah *sandblasting* berupa pasir secara dominan tersusun oleh kristal-kristal silika (SiO<sub>2</sub>) yang berwarna putih bening membentuk pola heksagonal serta beberapa mineral pengotor yang bersenyawa dengan mineral tersebut. Kekerasan pasir limbah *sandblasting* berkisar antara 7 (skala Mohs), berat jenis antara 2,50 - 2,70, titik lebur antara 1715 °C, panas spesifik 0,185 dan konduktivitas panas antara 12-100 °C (Mulyani, S.Y, 2013). Ukuran rerata dari keempat sampel partikulat limbah *sandblasting* (Hibriza, R.Z, 2017) ditunjukkan pada Gambar 3.

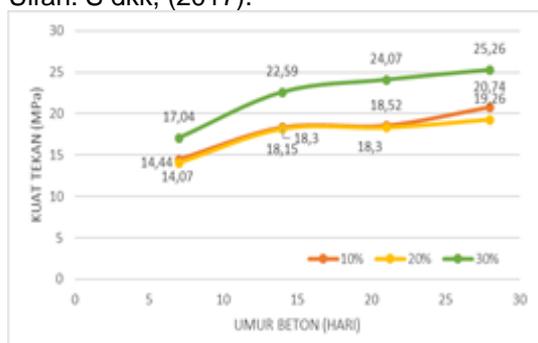


Gambar 3. Grafik Rerata Ukuran Partikulat Limbah SandBlasting

Dari hasil pengukuran, nilai ukuran partikulat yang paling terkecil adalah 1,751 µm dan ukuran yang paling besar adalah 63,06 µm

## 2. Studi Kuat Tekan Limbah Sandblasting sebagai Agregat Halus Beton

Agar hasil kuat tekan yang diinginkan sesuai yang direncanakan, maka persentase pencampuran yang tepat dapat menghasilkan hasil kuat tekan beton yang sesuai. Agar hasil kuat tekan yang diinginkan sesuai yang direncanakan, maka persentase pencampuran yang tepat dapat menghasilkan hasil kuat tekan beton yang sesuai. Sampel Uji kuat tekan beton dengan agregat halus berjumlah 3 (tiga) buah untuk parameter komposisi agregat halus limbah sandblasting (10; 20 dan 30%) dan umur beton (7;14;21 dan 28 hari). Tabel kuat tekan beton normal sebesar 22,59 MPa sedang menggunakan agregat halus limbah sandblasting ditunjukkan pada Gambar 4. Ulfah. S dkk, (2017).



Gambar 4. Grafik Kuat Beton

Besarnya komposisi agregat beton dan lamanya umur beton berbanding lurus dengan kenaikan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton terbaik pada luasan 0,003 m<sup>2</sup> diperoleh pada komposisi agregat halus 30% dan umur beton 28hari sebesar 25,26MPa. Hasil ini memenuhi persyaratan mutu K-250 (21,7 MPa).

## KESIMPULAN

1. Karakteristik sifat fisis limbah sandblasting adalah sebagai berikut:

- 1) Secara dominan tersusun oleh kristal-kristal silika (SiO<sub>2</sub>) yang berwarna putih bening membentuk pola heksagonal;

- 2) Kekerasan pasir limbah sandblasting berkisar antara 7 (skala Mohs);
- 3) Berat jenis antara 2,50 - 2,70;
- 4) Titik lebur antara 1715 °C;
- 5) Panas spesifik 0,185 dan konduktivitas panas antara 12-100 °C

2. Limbah Sandblasting dilihat dari karakteristiknya bisa dijadikan agregat halus campuran beton. Nilai kuat tekan beton terbaik pada luasan 0,003 m<sup>2</sup> diperoleh pada komposisi agregat halus 30% dan umur beton 28hari sebesar 25,26MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih tinggi 10,57% dari campuran normal yang memiliki nilai 22, 59 MPa. Hasil ini memenuhi persyaratan mutu K-250 (21,7 MPa)

## DAFTAR PUSTAKA

- Afiuddin, A.E., Hibrida, R.Z., dan Isnadina, D.R.M., 2019, Karakterisasi dan Pemilihan Alat Pengendali Limbah Sandblasting di Bengkel Blasting Industri Konstruksi Kapal, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), 11-17.
- Abdillah. N dan Muhabbah. Z, (2019), Pemanfaatan Limbah Sandblasting Pasir Silika Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Beton, *UNITEK Vol 12 No.1 Januari - Juni 2019*, p-ISSN 2089-3957 e-ISSN 2580-2585.
- Amalia. D dan Aziz. M, Percobaan Pendahuluan Pembuatan Alumina Kualitas Metalurgi Bauksit Kalimantan Barat, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 7, Nomor 4, Oktober 2011*, 183-191;
- Amrin dan Ardilla, D., 2013, Analisis Besi (Fe) dan Aluminium (Al) dalam Tanah Lempung secara Spektrofotometri Serapan Atom, *Prosiding Semirata Universitas Lampung*, 17-22.
- BAB II Tinjauan Pustaka, <https://trihastacorp.wordpress.com/2014/06/23/proses-pembuatan-aluminium/>, diakses 20 Januari 2022.
- Dewi, K.S.P., 2009, Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir yang Dilapisi Besi Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) untuk Menurunkan Kadar Pb dalam Larutan, *Jurnal Bumi Lestari*, 9(2), 254-262.

- Hibriza. R. Z, (2017), Identifikasi Karakteristik Limbah Sand Blasting Di Industri Galangan Kapal, Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, ISSN No. 2623 – 1727.
- Kisnawati. S.D dan Suprpto, (2016), Pemisahan Alumina pada Residu Bauksit (Red Mud) yang Berasal dari Riau dengan Metode Sintering Sodalime, Jurnal Sains Dan Seni ITS Vol. 5 No. 2 (2016) 2337-3520 (2301-928X Print).
- Mulyani, S.Y, (2013), Kajian Lingkungan Pemanfaatan Pasir Kwarsa, Naskah Ilmiah, Pusat Penelelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum.
- Putri, A.S dan Soewondo, P., 2010, Optimasi Penurunan Warna pada Limbah Tekstil melalui Pengolahan Koagulasi Dua Tahap, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16(1), 10-20.
- Rahmat, Pratiwi, R., dan Devi, S.M., 2019, Analisis Limbah Sandblasting sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung, *Seminar Nasional Tahunan VI*, Program Studi Magister Teknik Sipil ULM, Banjarmasin 26 Oktober 2019, 48-58.
- Sharma, B. dan Tyagi, S., 2013, Simolification of Metal Ion Analysis in Fresh Water Samples by Atomic Absorption Soectroscopy for Laboratory Students, *Journal of Laboratory Chemical Education*, 1(3), 54-58.
- Skoog, D.A., West, D.M., Holler, J., dan Crouch, S.R., 2000, *Fundamentals of Analytical Chemistry*, Brooks Cole, New York.
- Sukmana. N.C. dkk (2017), Optimasi Komposisi Paving Block Limbah Pasir Silika Sand Blasting dengan Metode Taguchi, *Chemica Volume 4*, Nomor 1, Juni 2017, 15-19 ISSN: 2355-8776.
- SukandaR dan Wildaniand. N, (2010), Studi Awal Pemanfaatan Limbah Sandblasting Sebagai Koagulan, *Jurnal Teknik Lingkungan Volume 16* Nomor 1, April 2010 (hal. 93-102).
- Sukandar dan Wildaniand, N., 2010, Studi Awal Pemanfaatan Limbah Sandblasting sebagai Koagulan, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16(1), 93-102.
- Sumarlan, I. dan Alfalisa, S., 2018, Penentuan Nilai Ketidakpastian Analisis Merkuri (Hg) pada Daun Singkong menggunakan Metode *Solid Sampling Atomic Absorption Spectrophotometry*, *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 147-150.
- Suriansyah, A., Gurrizal, dan Adhitiyawarman, 2012, Kalibrasi dan Adisi Standar pada Pengukuran Merkuri dalam Air dengan Kandungan Senyawa Organik Tinggi menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom, *JKK*, 1, 40-44.
- Supriyanti, E. dan Endrawati, H., 2015, Kandungan Logam Berat Besi (Fe) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang, *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1), 38-45.
- Susilo, N.A. dan Sulistyawati, N., 2019, Penggunaan Asam Sulfat sebagai Aktivator *Fly Ash* dalam Aplikasi Proses Koagulasi pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas, *Jurnal Vokasi Teknologi Industri*, 1(1), 1-9.
- Torowati, Arminar, dan Rahmiati, 2008, Analisis Unsur Pb, Ni, dan Cu dalam Larutan Uranium Hasil *Stripping* Efisien Uranium Bidang Bahan Bakar Nuklir, 2, 1-6.
- Triyanti, A.R., 2017, Studi Pemanfaatan *Fly Ash* dan Limbah *Sandblasting (Silica Fume)* pada Binder Geopolimer, *Proyek Akhir Terapan*, Program Studi Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang Jurusan Bangunan Gedung, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ulfah. S dkk, (2017), Pemanfaatan Limbah Industri Mill Scale Dan Sandblast Sebagai Campuran Agregat Halus Dalam Pencampuran Beton, *Jurnal CIVTECH*.
- Wijayanto, S.O. dan Bayuseno, A.P., 2014, Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian: Mikrografi dan Kekerasan, *Jurnal Teknik Mesin* 2(1), 33-39.
- Yudhistia. R, dkk (2018), Ekstraksi Alumina Dalam Lumpur Lapindo

- Menggunakan Pelarut Asam Klorida, Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2018, ITN Malang, 3 Pebruari, 2018, ISSN 2085-4218.
- PT. Alen Global Mulia, 2017, <https://arlenglobalmulia.com/pasir-blasting/https://arlenglobalmulia.com/pasir-blasting/> diakses 28 Oktober 2022
- Admindpu, 2020, <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/240/bahan-pembentuk-beton>, diakses 29 Oktober 2022