

# Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah *Sandblasting* dengan Penambahan Karbon Aktif terhadap Nilai Kuat Tekan Roster

Naufal Hakim Akbar<sup>1</sup>, Luqman Cahyono<sup>1\*</sup>, Tarikh Azis Ramadani<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 Teknik Bangunan Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

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

## Abstrak

Limbah *sandblasting* merupakan limbah yang dihasilkan dari salah satu kegiatan di industri manufaktur kapal yaitu proses *sandblasting* dan termasuk dalam kelompok Limbah B3 dengan kode B323-1. Komposisi kimia pada limbah *sandblasting* sebagian besar merupakan silika dalam bentuk senyawa  $\text{SiO}_2$  yang dapat digunakan sebagai material substitusi agregat halus pada campuran bata beton. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh komposisi penggunaan limbah *sandblasting* dengan penambahan karbon aktif tempurung kelapa sebagai material substitusi agregat halus menjadi sebuah produk roster bata beton dan diharapkan dapat memberikan inovasi terhadap variasi produk yang dihasilkan. Pencetakan dilakukan menggunakan cetakan persegi dengan dimensi 20 cm x 20 cm x 9,5 cm. Kualitas mutu roster bata beton yang dianalisis yaitu kuat tekan yang didapatkan akibat pengaruh substitusi limbah *sandblasting*. Semua variasi roster terdapat penambahan karbon aktif tempurung kelapa sebesar 8%, dengan variasi limbah *sandblasting* 20%, 40%, dan 60%. Nilai kuat tekan pada variasi 20% sebesar 0,63 N/mm<sup>2</sup>; variasi 40% sebesar 1,07 N/mm<sup>2</sup>; dan variasi 60% sebesar 0,7 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan, nilai kuat tekan roster bata beton yang beredar dipasaran sebesar 0,61 N/mm<sup>2</sup>. Standar yang digunakan untuk nilai kuat tekan yaitu SNI 03-1570-1989 tentang Bata Beton Karawang. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi untuk mengembangkan teknologi ramah lingkungan dalam industri infrastruktur sipil.

**Keywords:** Roster, Limbah *sandblasting*, Karbon Aktif, Tempurung Kelapa, Kuat Tekan.

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi geografis Indonesia yang sebagian besar luas wilayahnya adalah perairan menjadi salah satu faktor pendorong berkembangnya industri manufaktur perkapalan. Berkembangnya industri manufaktur perkapalan yang semakin pesat, mengakibatkan peningkatan kuantitas timbulan limbah *sandblasting* namun pengelolannya masih belum tepat (Rahmat, dkk., 2019). Kegiatan *sandblasting* merupakan metode yang digunakan pada industri perkapalan yang bertujuan untuk meminimalisir korosi pada logam (Abdillah dan Zuhrotul, 2019). Pengelolaan limbah *sandblasting* saat ini umumnya hanya dilakukan penimbunan, dan karena sifatnya yang tergolong Limbah B3 penimbunannya dilakukan pada *secure landfill* (Sukandar dan Nila, 2010). Jika hal tersebut terus dilakukan akan membuat umur lahan timbus semakin singkat dan membutuhkan lahan timbus yang lebih luas. Sebagai Upaya untuk meminimalisir hal tersebut dapat dilakukan pemanfaatan menjadi produk yang bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis. Kandungan Silika (Si) yang dimiliki limbah *sandblasting* nilainya cukup tinggi yang dapat digunakan sebagai material substitusi pada beton yang mampu memberikan kualitas mutu beton yang baik (Sukmana et.al., 2019).

Selain itu, Indonesia dikenal dengan negara kepulauan yang memiliki area pesisir yang luas dan sebagian besar ditumbuhi oleh pepohonan kelapa. Umumnya air kelapa dan daging buahnya dikonsumsi dan tempurungnya dijadikan sebagai arang untuk kegiatan memasak (membakar) bahan makanan. Namun, arang dari batok kelapa dapat dimanfaatkan menjadi sebuah produk lain dibidang infrastuktur sipil. Beton yang menggunakan arang tempurung kelapa sebesar 7,5% mampu memberikan nilai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal tanpa material substitusi arang tempurung kelapa. Nilai kuat tekan variasi beton dengan 7,5% sebesar 274,11 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan beton normal sebesar 254,21 kg/cm<sup>2</sup> (Riyanto, dkk., 2018). Nilai kuat tekan beton dengan 7,5% arang tempurung kelapa terhadap beton normal sebesar 7,83%.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, sebagai berikut:

### 2.1 Variasi Komposisi Roster

Pada penelitian ini menganalisa pengaruh penggunaan limbah *sandblasting* sebagai material substitusi agregat halus untuk roster dengan berbagai variasi dan penambahan karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa. Berikut menyajikan komposisi penggunaan material substitusi agregat halus.

**Tabel 20.** Persentase Komposisi Roster

No.	Sampel Uji	Komposisi				
		Agregat Halus			Semen	Faktor Air Semen (FAS)
		Pasir Biasa (%)	<i>Sandblasting</i> (%)	Arang Tempurung Kelapa (%)		
2.	SR1B	72	20	8	$\frac{1}{4}$ agregat halus	0,4
3.	SR2B	52	40	8	$\frac{1}{4}$ agregat halus	0,4
4.	SR3B	32	60	8	$\frac{1}{4}$ agregat halus	0,4

## 2.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji penelitian ini, menggunakan proses pencetakan secara manual dengan memadatkan adonan yang telah tercampur homogen (agregat halus, semen, dan air) pada cetakan. Cetakan yang digunakan merupakan cetakan roster/ventilasi udara yang diperjual-belikan bebas untuk masyarakat umum, dengan dimensi 20 cm x 20 cm x 9,5 cm. Berikut adalah bentuk cetakan yang digunakan.



**Gambar 26.** Cetakan Roster yang Digunakan

Sedangkan, perawatan benda uji yang dipilih pada penelitian ini menggunakan karung goni lembab yang diselipkan pada benda uji. Perawatan benda uji dilakukan selama 28 hari, yang bertujuan untuk mendapatkan kualitas mutu yang baik khususnya terhadap nilai kuat tekan.



**Gambar 27** Perawatan Benda Uji

### 2.3 Pengujian Benda Uji

Penelitian ini berfokus terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan dari roster yang menggunakan material substitusi material limbah *sandblasting* dan penambahan karbon aktif tempurung kelapa.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Kebutuhan Material dan *Mix Desain*

Kebutuhan material dan *mix design* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan berat asli dari benda uji roster yang dihasilkan dari kegiatan uji coba (*trial*) pencetakan. Berat roster yang didapatkan dari *trial* sebesar ± 4,3 kg. Berdasarkan berat tersebut dan komposisi persentase material didapatkan kebutuhan material total sebagai berikut.

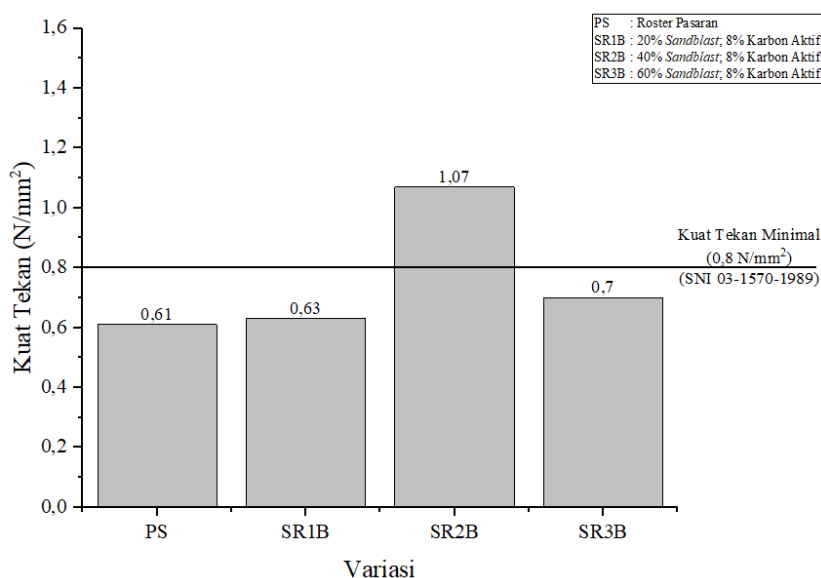
**Tabel 21.** Kebutuhan Material dan *Mix Design* Roster

Variasi	Kebutuhan Material (gram) 1 sampel				Kebutuhan Material (gram) Total			
	Semen	Sandblast	Pasir	Karbon Aktif	Semen	Sandblast	Pasir	Karbon Aktif
SR1B	860	688	2.476,8	275,2	2.580	2.064	7.430,4	825,6
SR2B	860	1.376	1.788,8	275,2	2.580	4.128	5.366,4	825,6
SR3B	860	2.064	1.100,8	275,2	2.580	6.192	3.302,4	825,6
Total					7.740	12.384	16.099,2	2.476,8

Kebutuhan material total diatas adalah jumlah material yang dibutuhkan untuk 3 (tiga) benda uji yang akan dilakukan uji kuat tekan dan objek analisis. Jenis semen yang digunakan yaitu semen *portland* atau *Portland Composite Cement* (PCC) dan pasir yang digunakan adalah pasir lumajang. Sedangkan, limbah *sandblasting* yang digunakan merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan *sandblasting* di galangan kapal.

### 3.2 Analisis Kuat Tekan Roster

Pengujian kuat tekan roster dilakukan dengan mengacuh pada SNI 03-1570-1989 tentang Bata Beton Karawang. Roster yang akan dilakukan pengujian kuat tekan telah melalui proses perawatan (*curing*) selama 28 hari. Tujuan dari perawatan (*curing*) terhadap benda uji adalah menjaga benda uji tetap lembap dan tidak kehilangan air terlalu cepat yang mengakibatkan benda uji mengalami keretakan (Lalo, dkk., 2021). Berikut hasil nilai kuat tekan yang didapatkan dari roster.



**Gambar 28.** Hasil Uji Kuat Tekan

Berdasarkan gambar di atas, penggunaan limbah *sandblasting* dengan komposisi yang berbeda-beda memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan roster. Nilai kuat tekan roster menunjukkan nilai yang fluktuatif. Nilai kuat tekan mengalami peningkatan pada variasi SR1B, SR2B dan mengalami penurunan pada roster variasi SR3B. Roster Pasaran memiliki nilai kuat tekan paling kecil dibandingkan semua variasi yang menggunakan material substitusi limbah *sandblasting* dan nilai kuat tekannya dibawah nilai kuat tekan

minimum yang ditetapkan dalam SNI 03-1570-1989 tentang Bata Beton Karawang, dengan nilai kuat tekan sebesar  $0,61 \text{ N/mm}^2$ . Peningkatan terjadi pada variasi SR1B dengan nilai kuat tekan sebesar  $0,63 \text{ N/mm}^2$  dan variasi SR2B sebesar  $1,02 \text{ N/mm}^2$ . Variasi roster SR2B roster yang memiliki hasil kuat tekan terbaik dari semua variasi, sekaligus nilai kuat tekannya diatas dari nilai kuat tekan minimum yang ditetapkan dalam SNI 03-1570-1989 tentang Bata Beton Karawang. Namun, nilai kuat tekan mengalami penurunan kembali pada variasi SR3B dengan nilai kuat tekan sebesar  $0,7 \text{ N/mm}^2$ . Nilai kuat tekan yang rendah pada roster pasaran dapat dipengaruhi oleh tidak adanya perawatan (*curing*) yang menjaga benda uji (roster) tetap lembab selama proses pengikatan dan hidrasi semen berlangsung.

Peningkatan nilai kuat tekan variasi roster SR1B dan SR2B terjadi akibat penggunaan nilai *sandblasting*. Menurut Abdillah dan Zuhrotul (2019), limbah *sandblasting* dapat memberikan kualitas mutu beton lebih bagus dibandingkan dengan beton normal. Selain itu, limbah *sandblasting* dapat digunakan sebagai material substitusi agregat halus pengganti pasir akibat sifat fisik yang agak halus mampu mengisi pori-pori pada beton. Selain itu, Silika dalam bentuk senyawa Silika Oksida ( $\text{SiO}_2$ ) akan bereaksi dengan Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) yang didapatkan dari produk samping hidrasi semen (Cahyono dkk., 2023).

Hasil tersebut berbeda dengan penelitian terdahulu yang memanfaatkan limbah *sandblasting* sebagai material substitusi agregat halus untuk beton atau produk infrastruktur sipil lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Abdillah dan Zuhrotul, 2019), beton dengan bentuk kubus  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  yang menggunakan limbah *sandblasting* sebanyak 20% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi tanpa menggunakan limbah *sandblasting* sebagai material substitusi agregat halus. Nilai kuat tekan variasi beton tanpa menggunakan material substitusi sebesar 30,2 Mpa dan variasi beton yang menggunakan 20% limbah *sandblasting* sebesar 35,1 Mpa. Namun, variasi beton yang menggunakan 40% limbah *sandblasting* mengalami penurunan nilai kuat tekan, dengan nilai 32 Mpa.

Perbedaan hasil yang didapatkan dari pengujian kuat tekan dan penelitian terdahulu, dapat dipengaruhi oleh penggunaan karbon aktif tempurung kelapa. Karbon aktif merupakan arang yang mendapatkan perlakuan tambahan untuk memperluas permukaan dengan proses aktivasi. Menurut Taer, dkk. (2015), arang merupakan padatan berpori yang mengandung 85–95% karbon. Bahan baku yang dapat digunakan sebagai karbon aktif memiliki kriteria kandungan karbon tinggi dan kandungan zat anorganik rendah (Lubis, dkk., 2020). Menurut Prastika, dkk. (2021), agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik dengan kadar yang tinggi, karena bahan organik dalam agregat halus mampu menghambat proses pengikatan semen dan mempengaruhi kekuatan beton.

#### 4. KESIMPULAN

Penggunaan limbah *sandblasting* sebagai material substitusi agregat halus pada roster memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan. Sedangkan, penambahan material karbon aktif sebagai agregat halus dapat menurunkan nilai kuat tekan roster. Hanya variasi roster SR2B dengan 40% limbah *sandblasting* dan penambahan 8% karbon aktif tempurung kelapa yang memenuhi nilai kuat minimum yang diatur dalam SNI 03-1570-1989 tentang Bata Beton Karawang. Variasi tersebut sekaligus memiliki nilai kuat tekan optimum sebesar  $1,07 \text{ N/mm}^2$ .

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Nuryasin dan Zuhrotul Muhabbah. 2019. Pemanfaatan Limbah *Sandblasting* Pasir Silika Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Beton. UNITEK Vol. 12, No. 1.
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-1570-1989 tentang Bata Beton Karawang. Jakarta: Republik Indonesia.
- Cahyono, Luqman dkk.. 2023. *Effect of Candlenut Shell Ash as a Sand Subtitution on Compressive Strengh of Paving Block*. Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil 12.
- Lalo, Evita A., dkk.. 2021. Pengaruh *Curing* Oven terhadap Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Lokal dengan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. Tekno Vol. 19, No. 79.
- Lubis, Rizka Alfi Fadhilah dkk.. 2020. Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST-UNIMED) Vol. 3, No.2.
- Prastika, Maidita Ajizah dkk.. 2021. Pengaruh Kotoran Organik pada Pasir Kasar Sungai Batanghari terhadap Kuat Tekan Mortar. Jurnal Civronlit Unbari Vol. 6, No.1.
- Rahmat, Reno Pratiwi, dan Suheriah Mulia Devi. 2019. Analisis Limbah *Sandblasting* sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung. Seminar Nasional Tahun VI. Program Studi Magister Teknik Sipil ULM.
- Riyanto, Dodi dkk.. 2018. Pengaruh Pemakaian Arang Batok Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton K225. Media Ilmiah Teknik Sipil Vol. 6, No.2.
- Sukandar dan Nila Wildaniand. 2010. Studi Awal Pemanfaatan Limbah *Sandblasting* sebagai Koagulan. Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 16, No. 1.

Sukmana, Ndaru Candra, dkk.. 2019. *Optimization Of Cellular Lightweight Concrete Using Silica Sand Of Sandblasting Waste Based On Factorial Experimental Design*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 509.

Taer, E. dkk.. 2015. Variasi Ukuran Karbon Tempurung Kelapa sebagai Alat Kontrol Kelembaban. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF 2015.