

## Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan *Paving Block*

Naufal Gagas Santosa<sup>1</sup>, Denny Dermawan<sup>2\*</sup>, Moch. Luqman Ashari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

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

### Abstrak

Tulang ikan merupakan salah satu bentuk limbah dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium yang tinggi dan abu ampas tebu merupakan hasil limbah pembakaran dari pabrik gula. *Paving block* merupakan suatu bahan bangunan yang banyak diminati masyarakat sebagai bahan lapisan penutup permukaan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas *paving block* dengan menggunakan bahan campuran limbah tulang ikan dan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen dengan menggunakan metode perawatan yaitu tutup karung goni basah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan campuran ini menghasilkan *paving block* dengan kuat tekan rata-rata sebesar 45,152 MPa. Kandungan tinggi kalsium pada tulang ikan dan silika pada abu ampas tebu memberikan kontribusi dalam meningkatkan kekuatan tekan *paving block*. Penggunaan campuran semen dengan limbah tulang ikan dan abu ampas tebu dalam pembuatan *paving block* dapat menghasilkan produk berkualitas baik, sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Dengan memanfaatkan limbah ini, kita tidak hanya mengurangi limbah industri, tetapi juga menciptakan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam konstruksi jalan. Namun, penting untuk memperhatikan batas penambahan limbah agar tidak mengurangi kualitas *paving block* dan menjaga keandalan struktur jalan. Dengan memadukan inovasi dan pemanfaatan limbah, kita dapat mendorong pengembangan konstruksi yang lebih efisien, berkelanjutan, dan berpotensi memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yang positif.

**Kata kunci:** Limbah tulang ikan, abu ampas tebu, *paving block*, kuat tekan

### 1. PENDAHULUAN

*Paving block* merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland, agregat halus, dan air. *Paving block* adalah salah satu bahan bangunan yang banyak diminati masyarakat sebagai bahan penutup permukaan tanah, selain semen, aspal, dan beton yang biasa diaplikasikan pada lahan parkir, taman, halaman sekolah, dan sebagainya sesuai kebutuhan penggunaannya. Penggunaan *paving block* kini banyak diminati masyarakat dalam dunia pembangunan karena dengan daya serap airnya yang baik, serta dapat mengurangi genangan air saat musim hujan tiba (Nuhun, 2019).

Tulang ikan selama ini hanya menjadi sampah, ternyata mampu memenuhi kebutuhan asupan kalsium bagi manusia. Tulang ikan merupakan salah satu bentuk limbah dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak diantara bagian tubuh ikan, karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor dan karbonat. Tulang ikan banyak mengandung kalsium dalam bentuk kalsium oksida sebanyak 14% dari total susunan tulang (Trilaksana, dkk 2006).

Ampas tebu merupakan hasil limbah pengolahan gula yang cukup melimpah di Indonesia. Ampas tebu tersebut telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada ketel uap yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga uap dan bahan bakar pada tungku produksi gula. Pemanfaatan ampas tebu ini menghasilkan abu ampas tebu yang melimpah (Akhinov, 2010). Abu ampas tebu mengandung kadar silika ( $\text{SiO}_2$ ) tinggi sekitar 68,5% (Rompas, 2013). Kandungan silika tersebut cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk membuat material berbasis silika. Silika memiliki beberapa sifat unik yang tidak dimiliki oleh senyawa anorganik lainnya seperti, sifat adsorpsi dan pertukaran ion yang baik, kestabilan mekanik dan termal tinggi, mudah dimodifikasi dengan senyawa kimia tertentu untuk meningkatkan kinerjanya (Sriyanti, 2005).

Dari hasil penelitian Rompas PG (2013) menunjukkan bahwa pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi semen dalam campuran beton memberikan peningkatan pada kuat tekan dan modulus elastisitasnya. Namun dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air dalam campuran beton dibuat sama untuk setiap variasi prosentase abu ampas tebu. Sehingga menyebabkan semakin rendahnya *workability* beton segar tersebut. Penambahan superplasticizer untuk memperbaiki tingkat *workability* dari beton yang dicampur dengan variasi

abu ampas tebu diharapkan mampu memperbaiki tingkat *workability*, mempercepat waktu pengerasan, mereduksi kandungan air dalam campuran beton dan meningkatkan karakteristik beton.

Tujuan dalam penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh penambahan limbah tulang ikan dan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi sebagian semen pada campuran *paving block* terhadap penyerapan air, kuat tekan, dan ketahanan aus yang sesuai dengan SNI 03-0691-1996

## 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 *paving block*.

### 2.1 Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *paving block* dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm dengan perbandingan pasir dan semen yang digunakan adalah 1:3, sedangkan faktor air semen yang digunakan adalah 0,4. Terdapat 3 variasi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya adalah variasi substitusi limbah tulang ikan dan abu ampas tebu sebagai semen sebesar 0%,5%,10%. Terkait detail dari benda uji yang digunakan tercantum pada Tabel 1:

**Tabel 1.** Perbandingan Komposisi *Paving Block*

Kode <i>paving block</i>	Umur (hari)	Komposisi			Kebutuhan Benda Uji
		Semen	Tulang Ikan (kalsium)	Abu Ampas Tebu (Silika)	Kuat Tekan
V1	28	100%	0%	0%	3
V2	28	90%	5%	5%	3
V3	28	80%	10%	10%	3

### 2.2 Persiapan Material

Limbah tulang ikan yang digunakan harus melalui beberapa tahapan pengolahan, mulai dari pencucian, penjemuran selama 1 hari, pencacahan hingga pengayakan menggunakan ayakan Nomor 4. Abu ampas tebu dikeringkan kemudian dioven selama kurang lebih 30 menit, diayak dengan menggunakan saringan No.4. Terkait material pasir yang digunakan adalah pasir vulkanik lumajang sedangkan semen yang digunakan adalah semen dengan jenis PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dengan merek Semen Gresik.

### 2.3 Pengujian Material dan *Mix Design*

Pengujian material meliputi pengujian agregat halus pada pasir. Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis, gradasi dan kadar lumpur pada pasir. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian senyawa kimia dengan metode XRF pada limbah tulang ikan dan abu ampas tebu. Setelah dilakukan pengujian maka dapat dilakukan penentuan kebutuhan material (*mix design*) berdasarkan formulasi yang telah ditentukan. Pada penelitian ini penentuan kebutuhan material didasarkan pada metode hubungan antara berat jenis material dengan volume material pada *paving block*. Terkait *mix design* dapat dilihat pada tabel 2 :

**Tabel 2.** Kebutuhan Material Per Satu Benda

Benda Uji	Kebutuhan Material Untuk Masing – Masing Satu Benda Uji			
	Pasir (gr)	Semen (gr)	Limbah Tulang Ikan (gr)	Limbah Abu Ampas Tebu (gr)
V1(0%)	1.733	867	0	0
V2(5%)	1.733	823,65	30,345	13,005
V3(10%)	1.733	780,3	60,69	26,01
V4(15%)	1.733	736,95	91,035	39,015

#### 2.4 Pembuatan Benda Uji dan Perawatan

Pembuatan benda uji dilakukan menggunakan mesin cetak *press paving block* K300, mesin tersebut memiliki kapasitas 12 buah *paving block* untuk sekali cetak dengan prinsip kerja pembuatan *paving block* yaitu *press* hidrolik dan getaran. Setelah dibuat selanjutnya dilakukan perawatan (Curing) pada benda uji dengan cara ditutup dengan karung goni basah sampai berumur 28 hari.

#### 2.5 Pengujian Benda Uji

Benda uji yang telah dilakukan perawatan hingga umur 28 hari selanjutnya akan dilakukan pengujian terkait kuat tekan. Pengujian pada *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996. Setelah dilakukan pengujian maka dapat ditentukan terkait formulasi variasi *paving block* terbaik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

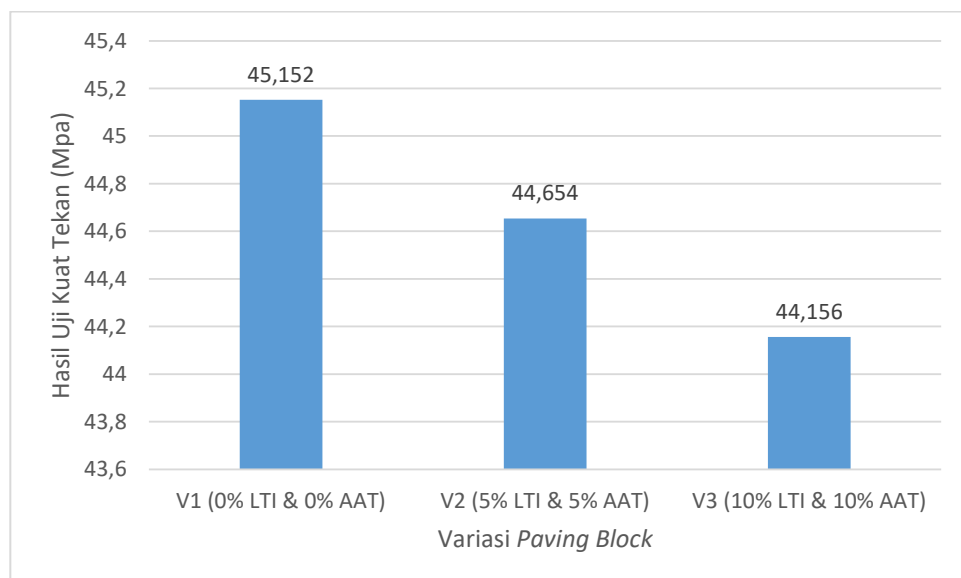
#### 3.1 Analisis XRF Material

Pengujian XRF bertujuan untuk mengetahui senyawa penyusun pada suatu material terlebih khusus material oksida. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa material limbah tulang ikan dan abu ampas tebu didominasi oleh senyawa-senyawa pozzolan. Senyawa  $\text{SiO}_2$  merupakan senyawa utama pada limbah abu ampas tebu dengan persentase 63% sedangkan senyawa  $\text{CaO}$  merupakan senyawa utama pada limbah tulang ikan dengan persentase 75,7%. Apabila terjadi keseimbangan antara senyawa  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{CaO}$  maka akan menghasilkan *paving block* dengan mutu tinggi.  $\text{CaO}$  dan  $\text{SiO}_2$  dapat membentuk C-S-H yang merupakan senyawa penyusun beton yang berfungsi sebagai perekat. Semakin banyak jumlah perekat ini semakin tinggi juga kekuatan beton yang dihasilkan. (Puspitasari dkk, 2018).

**Tabel 3.** Senyawa *Pozzolan* pada Material

No	Senyawa	Material	
		Limbah Tulang Ikan (%)	Abu Ampas Tebu (%)
1	$\text{SiO}_2$	20,2	63
2	$\text{CaO}$	75,7	12
3	$\text{Al}_2\text{O}_3$	4,06	11,1
4	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,04	13,9

#### 3.2 Analisis Kuat Tekan *Paving Block*



**Gambar 1.** Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Berdasarkan Grafik 1 didapatkan hasil pengujian kuat tekan dapat diketahui bahwa pada variasi 2 dan 3 terjadi Penurunan kuat tekan dari *paving block* normal, Penurunan nilai kuat tekan dalam

penambahan komposisi limbah tulang ikan dan limbah abu ampas tebu terjadi dikarenakan ikatan antara semen yang berkurang. Semakin banyak jumlah limbah tulang ikan dan limbah abu ampas tebu dalam *paving block* maka semakin besar peluang terciptanya area cacat di dalam *paving block*, sehingga hal tersebut dapat menurunkan kualitas dari *paving block* (Sutrisno dkk, 2021). menurut SNI 03-0691-1996 tentang baku mutu *paving block* yang menjelaskan terkiat mutu dari uji kuat tekan minimal kelas A yaitu pada 35 MPa. Penambahan komposisi limbah tulang ikan dan limbah abu ampas tebu dengan menggunakan metode perawatan tutup karung goni basah memiliki nilai kuat lebih tinggi daripada menggunakan metode perawatan siram. Hal ini terjadi karena pada penggunaan metode tutup karung goni basah lebih terjaga kelembapannya sehingga minim terjadinya keretakan pada *paving block* yang dapat mempengaruhi nilai kuat tekan (Syarifudin, 2017). Keretakan dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti kesalahan dalam proses *curing*, kelebihan beban, kehilangan air dan factor cuaca (Alfredo, dkk., 2014)

#### 4. KESIMPULAN

Formulasi substitusi 5% dan 10% limbah tulang ikan dan abu ampas tebu dapat menurunkan kuat tekan dari *paving block*. Dengan metode perawatan tutup karung goni basah dan komposisi V2, penambahan 5% limbah tulang ikan dan 5% abu ampas tebu, *paving block* menunjukkan mutu A dalam SNI 03-0691-1996 yang memenuhi standar untuk penggunaan pada jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *paving block* dengan campuran tersebut memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 45,152 MPa

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhinov, A.F., Hati, D.P., Nazriati, and Setyawan, H., 2010. Sintesis Silika Aerogol Berbasis Abu Bagasse dengan Pengeringan pada Tekanan Ambient, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN: 1411-4216.
- Alfredo, M. (2014). Studi Tekan Beton Normal Mutu Sedang dengan Campuran Abu Sekam Padi (RHA) dan Limbah Adukan Beton (CSW). Depok: Universitas Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (1996). SNI 03-0691-1996. Bata beton (*paving block*). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSNi).
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). SNI 03-4810-1998. Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di lapangan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSNi).
- Dermawan, Denny. Ashari M.L. (2018). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada campuran Beton. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Nuhun, Ridwansyah. (2019). Pengaruh Penambahan Bubuk Sedimen Teluk Kendari Terhadap Kuat Tekan dan Keausan Paving Block. Seminar Nasional Teknologi Terapan Inovasi Dan Rekayasa (SNT2IR). ISBN: 978-602-51407-1-6 : 374 – 349.
- Puspitasari, Wahyuning Dyah., Setyono, Ferdy., dan Budi G S. (2018). Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Bubuk Kulit Kerang Pada Kekuatan Tekan Pasta Semen. Surabaya : Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Rompas, G.P. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas, jurnal sipil static Vol.1 No.2 82-89.
- Sriyanti, Taslimah, Nuryono, and Narsito, 2005. Sintesis Bahan Hibrida Amino Silika dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol Gel. Jurnal Kimia Sains & Aplikasi 8(1), 1-10.
- Sutrisno, W., Alrasyid H., Wulandari K D and Hakam M. (2021). Experimental Investigation On Properties Of Concrete Mortar Incorporating Spent Bleaching Earth Waste As Supplementary Cementitious Material. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 871. Surabaya.
- Syaifuddin. 2018. Pembuatan dan Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Trilaksana, dkk, Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp.*) Sebagai Sumber Kalsium Dengan Metode Hidrolisis Protein, Buletin Teknologi Hasil Perikanan, Vol IX No. 2, 2006.