

## Pengaruh Penambahan *Nanomaterial* dari Abu Tulang Ikan pada Mortar untuk *Paving Block*

Nugraha Ade Kurniawan<sup>1\*</sup>, Eka Juliafad<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, 25132, Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: nugraha.adekk@gmail.com

Received 13<sup>th</sup> Jan 2023; Revision 23<sup>th</sup> Jan 2023; Accepted 25<sup>th</sup> March 2023

DOI: [doi.org/10.24036/cived.v10i1.121463](https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.121463)

### ABSTRAK

*Mortar adalah campuran antara pasir, air dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Mortar harus dicampur dengan jumlah air yang sesuai agar mendapatkan kualitas yang baik untuk mempermudah pekerjaan. Saat membuat campuran mortar dan beton, terkadang diperlukan bahan tambahan untuk mempercepat pengerasan campuran atau untuk memperkuat campuran. Tujuan penggunaan bahan-bahan tersebut adalah untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat-sifat campuran sesuai dengan yang diinginkan. Nanomaterial sekarang menjadi salah satu solusi aditif mortar yang tersedia. Bahan yang digunakan sebagai campuran diubah menjadi ukuran 1-100 nm. Bahan nano dapat membangun struktur lebih cepat dan membuatnya lebih aman karena dapat meningkatkan kekuatan mekaniknya dan mengurangi degradasi mortar akibat masuknya air. Dilakukan pengujian kuat tekan mortar dengan menambahkan nanomaterial berupa abu tulang ikan pada campuran mortar. Variasi campuran nanomaterial yang digunakan adalah 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan pengujian kuat tekan direncanakan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian nilai kuat tekan mortar meningkat pada variasi 2,5% dengan rata-rata kuat tekan 143,07 kgf/cm<sup>2</sup>.*

**Kata Kunci:** Mortar; Nanomaterial; Kuat Tekan; Abu Tulang Ikan; X-Ray Fluorescence.

### ABSTRACT

*Mortar is a mixture of sand, water and Portland cement with a certain composition. The mortar must be mixed with the appropriate amount of water to get a good quality to make work easier. In the manufacture of mortar or concrete mix, there are times when additional materials are needed to form the process of accelerating the hardening of the mixture or strengthening the mixture. The use of these materials is intended to improve and add to the properties of the mixture as desired. Nanomaterials are one of the available mortar additive solutions now. The material to be used as a mixture changes to a size of 1-100 nm. Nanomaterials have the potential to make structures faster in construction and safer because they can increase their mechanical strength and can reduce mortar degradation due to air seepage. The compressive strength test of the mortar was carried out by adding nanomaterial in the form of fish bone ash to the mortar mixture. The variations of the nanomaterial mixture used were 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and the compressive strength testing was planned at 7 days, 14 days and 28 days. Based on the test results, the compressive strength of the mortar increases at a variation of 2.5% with an average compressive strength of 143.07 kgf/cm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Mortar; Nanomaterial; Compressive Strength; Fishbone Ash; X-Ray Fluorescence.

Copyright © Nugraha Ade Kurniawan, Eka Juliafad

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## PENDAHULUAN

Di Indonesia khususnya penggunaan mortar sudah sangat populer [1]. Dimana dalam membangun sebuah konstruksi selalu menggunakan mortar, tetapi dalam pengerjaannya terkadang masyarakat kurang benar dalam membuat campuran untuk mortar. Sehingga hasil yang di dapatkan tidak maksimal. Memilih bahan bangunan dan proses manufaktur yang tepat dapat meminimalkan kerusakan bangunan [2], [3]. Menurut Tjokrodinuljo mortar yang baik harga nya murah dan mudah digunakan cepat kering tahan air dan tidak timbul retak pada pasangan [4].

Nanoteknologi merupakan perkembangan ilmiah yang berfokus pada pengubahan ukuran material menjadi ukuran nanometer. Tujuan mengubah ukuran material menjadi nanometer adalah agar terbentuk perubahan sifat dan fungsi yang dapat memperbaiki kualitas material dari sebelumnya [5]. Bahan nano dapat membangun struktur lebih cepat dan membuatnya lebih aman karena dapat meningkatkan kekuatan mekaniknya dan mengurangi degradasi mortar akibat masuknya air. [6]. Beberapa material yang bersifat nano bisa berasal dari bahan organik juga, misalkan abu ampas tebu yang memiliki kandungan Ca yang tinggi setelah dibakar. Selain itu ada juga yang menggunakan serbuk seng [7], [8]

Material nano adalah salah satu solusi aditif mortar yang tersedia saat ini. Bahan yang digunakan sebagai campuran berukuran 1-100 nm [9]. Menurut Syaifuddin Selama ini tulang ikan di anggap hanyalah sampah, ternyata tulang ikan terbukti dapat memenuhi kebutuhan kalsium masyarakat. Kandungan kalsium tulang ikan yang tinggi dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan balok beton untuk mengurangi konsumsi semen. [10]. Menurut Trilaksana tulang ikan merupakan salah satu bentuk limbah dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium(Ca) paling tinggi diantara bagian tubuh ikan, karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor (P) dan karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Tulang ikan banyak mengandung kalsium dalam bentuk kalsium fosfat sebanyak 14% dari total susunan tulang. Bentuk kompleks kalsium fosfat ini ditemukan di tulang dan tubuh dapat menyerap sekitar 60-70% dengan baik. [11]. Banyaknya kadar kalsium pada tulang ikan maka salah satunya dapat dimanfaatkan menjadi bahan campuran pembuatan paving block untuk mengurangi pemakaian semen.

## METODE

Tahap pertama penelitian ini adalah studi literature yang mana dalam studi literature ini peneliti mengumpul kan teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, setelah studi literatur selesai dilanjutkan dengan menyiapkan alat dan bahan yang nanti akan digunakan pada penelitian, setelah selesai menyiapkan alat dan bahan dilanjutkan dengan pengujian material yang mana terdapat 2 material yang akan diuji pada penelitian ini, untuk material pertama yaitu agregat halus yang terdiri atas 7 pengujian

### 1. Pengujian kadar air pasir

Kadar air agregat halus dapat dihitung pada pasir dalam kondisi nyata dan SSD, kadar air nyata merupakan kadar air yang terkandung pada agregat halus dalam kondisi nyata dengan cara mengurangi berat semula dengan berat kering tetap dan dibagi dengan berat kering tetap lalu dibagi dengan 100%. Sedangkan kadar air SSD adalah kadar air yang terkandung pada agregat halus dalam keadaan jenuh kering permukaan dapat dihitung dengan cara mengurangi berat semula dengan berat kering tetap dan dibagi dengan berat kering tetap lalu dikali 100%.

Rumus kadar air :

$$\frac{A - B}{A} \times 100\%$$

2. Pengujian berat jenis pasir

Berat jenis agregat halus dapat dihitung pada kondisi nyata dan kondisi SSD (kering permukaan) dapat dihitung dengan cara berat pasir dibagi dengan volume

Rumus berat jenis pasir :

$$: \frac{100}{(B-A)-(C-A-100)}$$

3. Pengujian berat isi pasir

Berat isi agregat halus dapat dihitung pada pasir dalam kondisi berat isi gembur dan berat isi padat. Perhitungan berat isi pasir cara mengurangi berat literan tambah pasir gembur lalu di bagi dengan 1000.

Rumus berat isi pasir :

$$\frac{B-A}{VOLUME LITERAN}$$

4. Pengujian kadar lumpur pasir

Kadar lumpur pasir ini dapat di tentukan dengan cara mengurangi berat semula pasir dengan berat kering tetap pasir rendam dan cuci dan dibagi 100 lalu dikali 100%

Rumus kadar lumpur pasir :

$$\frac{w1-w2}{w1} \times 100\%$$

5. Pengujian zat organic pasir

Pemeriksaan zat organik ini dilakukan untuk menentukan zat-zat organik yang terkandung dalam agregat halus. Hal ini untuk menentukan apakah agregat dapat digunakan atau tidak berdasarkan warna dari standar perbandingan.

Standar pembanding warna zat organik

6. Pengujian daya serap pasir

Daya serap agregat halus dapat dihitung pada pasir dalam kondisi nyata. Cara mendapatkan hasil pemeriksaan daya serap pasir yaitu pasir semula pasir yang telah di oven

7. Analisis ayakan pasir

Pemeriksaan analisa ayak pasir bertujuan untuk menentukan susunan besar butiran untuk perencanaan komposisi campuran mortar. Susunan gradasi agregat halus sangat berpengaruh terhadap campuran mortar.

Material kedua yaitu nanomaterial yang terbuat dari abu tulang ikan, pengujian pada material tulang ikan dilakukan dalam 2 tahap yaitu :

1. Konversi ukuran tulang ikan menjadi nanomaterial

Pada penelitian ini, tulang ikan dipanggang menggunakan oven dengan suhu 750°C selama 5 jam kemudian tulang ikan di haluskan dengan menggunakan blender dan di ayak menggunakan saringan no 200



Gambar 1. Pembakaran tulang ikan

## 2. Analisa menggunakan *X-Ray Fluorescence*

Analisis fluoresensi sinar-X berguna untuk mempelajari secara kualitatif dan kuantitatif unsur-unsur yang terkandung dalam suatu material atau bahan. Hasil analisis kualitatif berupa identifikasi jenis unsur makro yang terkandung dalam bahan berdasarkan karakteristik energi sinar-X yang dipancarkan bahan tersebut. unsur dalam materi ini. Hasil analisis kuantitatif dinyatakan dengan adanya spektrum unsur-unsur hasil pengukuran yang disajikan dalam bentuk nilai yang dihitung.

Setelah pengujian bahan selesai dilanjutkan dengan pembuatan benda uji sesuai dengan batasan masalah diatas

### 1. Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar

- a. Perhitungan dan penimbangan bahan penyusun mortar tahap ini seluruh bahan dihitung lalu ditimbang sesuai dengan kebutuhan dari campuran.
- b. Pembuatan pasta mortar adapun cara pembuatan pasta mortar adalah sebagai berikut :
  - 1) Setelah bahan ditimbang, bahan tersebut dicampur dalam keadaan kering.
  - 2) Tuang air ke dalam mangkuk pencampur secara merata, kemudian aduk hingga tercampur rata.
- c. Pembuatan benda uji mortar sesudah campuran mortar selesai, tahap selanjutnya yaitu pembuatan benda uji paving block. Adapun cara pembuatan benda uji mortar adalah sebagai berikut
  - 1) Campur mortar ke dalam bak dengan sendok
  - 2) Masukkan mortar ke dalam cetakan, isikan cetakan menjadi 2 lapis dan tiap lapis dipadatkan.
  - 3) Ratakan lapisan luar mortar dengan menggunakan sendok perata.
  - 4) Bekisting dibuka dan mortar dидiamkan selama.24 jam.
- d. Setelah benda uji dibuka dilanjutkan dengan perawatan benda uji dengan cara direndam selama umur rencana pengujian kuat tekan
- e. Setelah benda uji selesai di tahap perawatan dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan dengan menggunakan *compression testing machine* [12].



Gambar 2. Pembuatan benda Uji



Gambar 3. Perawatan benda uji



Gambar 4. Pengujian kuat tekan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian agregat halus

Pada tabel 1 terdapat nilai dari hasil pengujian agregat halus yang telah dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada metode penelitian. Pengujian pada agregat halus ini perlu

dilakukan untuk mengetahui kelayakan suatu agregat yang akan digunakan,

Tabel 1. pengujian agregat halus

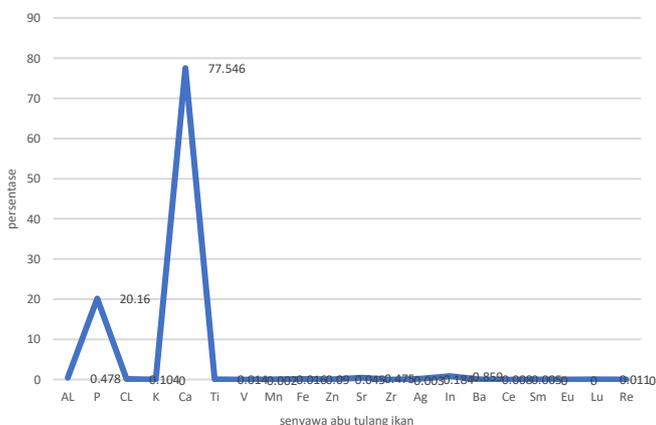
No	Jenis pengujian	Hasil
1	Berat isi pasir	
	a. Gembur	1093 Kg/L
	b. Padat	1293Kg/L
2	Berat jenis pasir	
	a. berat nyata	2,476 gram
3	Kadar air pasir	
	a. Kadar air nyata	3,11%
4	kadar lumpur pasir	
	a. Kadar lumpur	4%
5	Daya serap pasir	3,73%
6	Zat organik pasir	No. 3
7	analisa ayakan	
	9,5 (3/8")	100
	4,75 (No.4)	88,4
	2,36 (No.8)	81,8
	1,18 (No.16)	73,2
	0,6 (No.30)	49,8
	0,3 (No.50)	21,6
	0,15 (No.100)	1,2
	Pan	0

### Pengujain XRF

Setelah dilanjutkan dengan pengujian analisa XRF, ditemukan sekitar 20 senyawa yang terkandung di dalam abu tulang ikan dapat dilihat pada gambar 6. dan senyawa kalsium (ca) memiliki persentase yang sangat tinggi yaitu 77,546%.

Elemen			Geology			Oxides			
Compoun	Conc	Unit	Compoun	Conc	Unit	Compoun	Conc	Unit	
Al	0,478 %		Al2O3	0,702 %		Al2O3	0,702 %		
P	20,16 %		P2O5	33,986 %		P2O5	33,941 %		
Cl	0,104 %		Cl	0,07 %		K2O	0 %		
K	0 %		K2O	0 %		CaO	64,104 %		
Ca	77,546 %		CaO	64,236 %		TiO2	0,013 %		
Ti	0,014 %		Ti	0,008 %		V2O5	0,002 %		
V	0,002 %		V	0,001 %		MnO	0,011 %		
Mn	0,016 %		Mn	0,009 %		Fe2O3	0,067 %		
Fe	0,09 %		Fe2O3	0,067 %		ZnO	0,029 %		
Zn	0,045 %		Zn	0,023 %		SrO	0,287 %		
Sr	0,475 %		Sr	0,243 %		ZrO2	0,002 %		
Zr	0,003 %		Zr	0,001 %		Ag2O	0,128 %		
Ag	0,184 %		Ag	0,116 %		In2O3	0,634 %		
In	0,859 %		In	0,526 %		BaO	0,004 %		
Ba	0,008 %		Ba	0,003 %		CeO2	0,003 %		
Ce	0,005 %		Ce	0,003 %		Sm2O3	0 %		
Sm	0 %		Sm	0 %		Eu2O3	0 %		
Eu	0 %		Eu	0 %		Lu2O3	0,005 %		
Lu	0,011 %		Lu	0,004 %		Cl	0,07 %		
Re	0 %		Re	0 %		Re	0 %		
Ket.	Element: dihitung sebagai unsur								
	Geology : keadaan alami sampel								
	Oxides : dihitung sebagai oksida								

Gambar 5. Hasil pengujian XRF



Gambar 6. Grafik pengujian XRF

Pengujian kuat tekan mortar

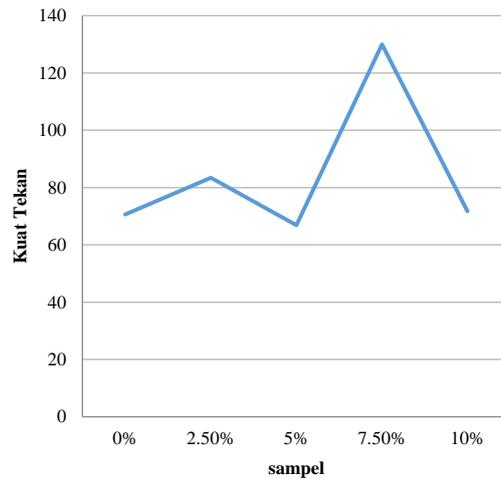
Setelah dilakukan pengujian kuat tekan pada semua benda uji dengan menggunakan *compressive testing machine*, maka di peroleh hasil rata-rata dari kuat tekan mortar seperti tabel 2. di bawah ini

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan umur 7 hari

Sampel	Kuat tekan	Rata-rata	Persentase
kontrol	71,42	70,64667	0%
	72,99		
	67,53		
2,50%	67,06	83,43333	18,1%
	105,4		
	77,84		
5%	58,66	66,86667	-5,3%
	76,3		
	65,64		
7,50%	158,59	129,9633	83,8%
	177,8		
	53,5		
10%	79,34	71,74667	1,6%
	69,68		
	66,22		

Pada tabel.2 merupakan hasil dari pengujian kuat tekan pada mortar pada umur 7 hari. Dapat dilihat pada umur 7 hari terjadi peningkatan kuat tekan pada campuran *nanomaterial* 7,5% dengan rata-rata 129,6 kgf/cm<sup>2</sup>, dan persentase kenaikan dari nilai kuat tekan mortar sebesar 83% dari nilai mortar normal.sedangkan untuk variasi 5% mortar kuat tekan dari mortar mengalami penurunan sebesar -5,3%. Dapat dilihat pada gambar 8. Merupakan grafik dari rata-rata nilai kuat tekan mortar pada umur 7 hari.

Pada pengujian kuat tekan mortar di umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel.3 terjadi peningkatan kuat tekan mortar pada campuran *nanomaterial* 2,5% dengan rata-rata 138,03 kgf/cm<sup>2</sup>, dengan persentase kenaikan sebesar 27% dari nilai kuat tekan mortar normal. Sedangkan untuk variasi penambahan *nanomaterial* lainnya mortar mengalami penurunan kuat tekan. Pada gambar.8 merupakan grafik rata-rata dari nilai kuat tekan mortar pada umur 14 hari

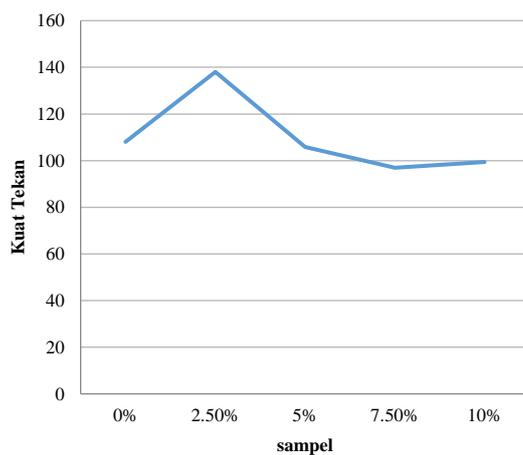


Gambar 7. Grafik pengujian kuat tekan 7 hari

Tabel 3. Hasil kuat tekan umur 14 hari

Sampel	Kuat tekan	Rata-rata	Persentase
kontrol	106,2	107,9667	0%
	115,7		
	102		
2,50%	139	138,0333	27%
	135		
	140,1		
5%	126,2	105,8333	-1,97%
	88,1		
	103,2		
7,50%	97,34	96,95	-10,2%
	88,21		
	105,3		
10%	89,62	99,42	-7,91%
	110,2		
	98,44		

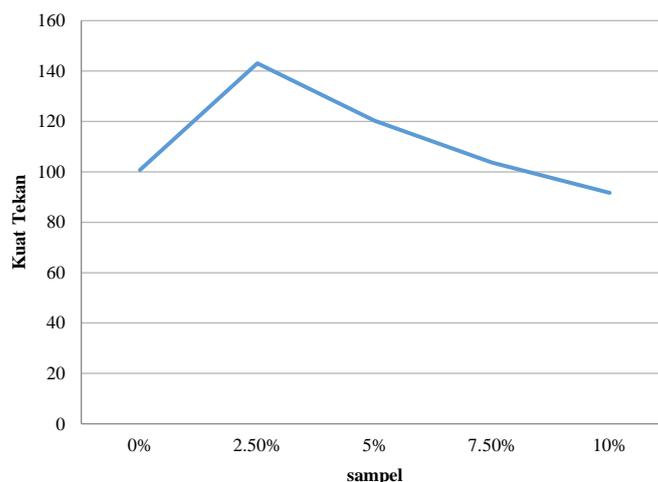
Pada Tabel 4 terdapat hasil pengujian kuat tekan mortar di umur 28 hari yang mana pada pengujian ini terjadi peningkatan kuat tekan pada mortar dengan campuran variasi 2,5% dengan rata-rata nilai kuat tekan sebesar 143,06 kgf/cm<sup>2</sup> dan persentase kenaikan sebesar 42% serta terjadi penurunan pada variasi 10% dengan persentase -8,98%. Gambar 8. adalah grafik dari nilai kuat tekan mortar pada umur 28 hari.



Gambar 8. Grafik pengujian umur 14 hari

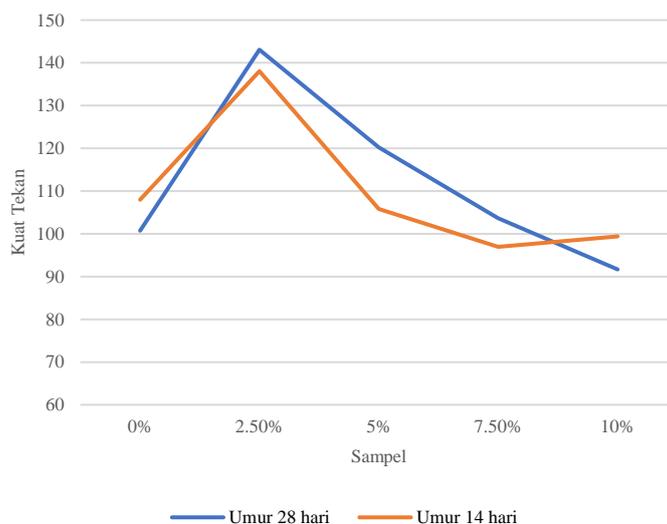
Tabel 4. Hasil pengujian umur 28 hari

Sampel	Kuat tekan	Rata-rata	Persentase
kontrol	109,1	100,72	0%
	85,06		
	108		
2,50%	169,6	143,0667	42%
	126,6		
	133		
5%	83,27	120,203	19%
	92,61		
	144,9		
7,50%	123,1	103,6167	2,8%
	111,7		
	85,85		
10%	90,25	91,6733	-8,98%
	101,5		
	113,3		



Gambar 9. Grafik pengujian umur 28 hari

Pada gambar 10. Merupakan perbandingan pengujian kuat tekan mortar pada umur 14 hari dan 28 hari, dengan melihat perbandingan dari kuat tekan tersebut grafik tersebut dapat dikatakan stabil



Gambar 10. Perbandingan Kuat Tekan Umur 14 Hari Dan 28 Hari

Pada penelitian kuat tekan ini penggunaan *nanomaterial* berupa abu tulang ikan terhadap kuat tekan mortar memiliki pengaruh, yang mana nilai dari kuat tekan mortar naik pada variasi 2,5% ,5% dan 7,5% dengan persentase kenaikan sebesar 42%, 19% dan 2,8% sedangkan pada variasi penambahan abu tulang ikan sebanyak 10% nilai dari kuat tekan mortar mengalami penurunan dengan persentase -8,98% dari nilai normal kuat tekan mortar. Hal ini merujuk kepada penelitian yang dilakukan oleh Prihatini yang mana dalam penelitiannya menggunakan abu sekam padi sebagai *nanomaterial* dan menyimpulkan bahwa komposisi campuran dengan *nanomaterial* memiliki peningkatan kuat tekan yang cukup baik pada setiap umur pengujian, dengan persentase 3% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan persentase lainnya dan mortar normal. [13].

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar *paving block* dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan *nanomaterial* berupa abu tulang ikan mengakibatkan terjadinya peningkatan kuat tekan pada mortar, dapat dilihat pada umur 28 hari dengan penambahan *nanomaterial* abu tulang ikan dengan variasi campuran 2,5% kuat tekan mortar naik sebesar 42% dari nilai normal.

## REFERENSI

- [1] E. Juliafad, K. Meguro, And H. Gokon, “Study on The Characteristic of Concrete and Brick as Construction Material for Reinforced Concrete Buildings in Indonesia.” Institute of Industrial Science The University of Tokyo, Nov. 01, 2018. Accessed: Feb. 15, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.11188/seisankenkyu.70.437>
- [2] K. Wenda *et al.*, “Pengaruh variasi komposisi campuran mortar terhadap kuat tekan,” vol. 1, pp. 8–13, 2018.
- [3] E. Juliafad, A. Syaiful, and P. Y. Putri, “Pelatihan Pembuatan Batako Sesuai Standar Nasional Indonesia Untuk Pemuda Putus Sekolah,” p. 6.
- [4] K. Tjokrodinuljo, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri, 1996.
- [5] K. Drexler, *Engines Of Creations : The Coming Era Of Nanotechnology*. 1986.
- [6] I. Hoerudin, *Prospek Nanoteknologi Dalam Membangun Ketahanan Pangan*. Jakarta: IAARD Pres, 2015.
- [7] M. Ibrahim and E. Juliafad, “Pengaruh Penambahan Serbuk Seng (Zno Powder) Terhadap Berat, Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton,” *REKAYASA SIPIL*, vol. 15, p. 7, 2021.
- [8] E. Juliafad, “Investigasi Kerusakan Pada Bangunan Beton Bertulang,” *Depok Rajawali Pers*, 2020.
- [9] B. W. Nuryadin, *Pengantar Fisika Nanomaterial*. 2020.
- [10] Syaifuddin, “Pembuatan dan pengujian kuat tekan batako dengan penambahan limbah tulang ikan,” *J. Fis. Dan Ter.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [11] W. Trilaksani, E. Salamah, and M. Nabil, “Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp.*) sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 9, no. 2, pp. 34–45, 2006.
- [12] S. Nasional Indonesia, “SNI – 03-6825-2002 Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil.” 2002.
- [13] E. Prihatini and R. R. Putra, “Pengaruh Penggunaan Nanomaterial Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Mortar Estu,” *J. Civ. Eng. Vocat. Educ.*, vol. 8, no. 3, pp. 175–184, 2021.