

# PENGEMBANGAN MATERIAL BERBASIS POTENSI LOKAL UNTUK MENUNJANG INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN DI DAERAH PESISIR

Studi Kasus di Desa Ketapang Kecamatan Mauk Kabupaten Tangerang

Denny Balapadang<sup>1</sup>, Apriyan Susanto<sup>2</sup>, Sarjono Puro<sup>3</sup>, Asep Jauhari<sup>4</sup>  
Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Trisakti Jakarta<sup>1</sup>  
Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Tama Jagakarsa Jakarta<sup>2</sup>  
Teknik Sipil Universitas Bung Karno Jakarta<sup>3</sup>  
Dinas Perumahan Permukiman dan Pemakaman Kabupaten Tangerang<sup>4</sup>  
E-mail: denny\_balapadang@yahoo.com

## ABSTRAK

Penipisan sumberdaya alam dalam pembuatan material dan perubahan iklim menjadi ancaman yang dapat mempengaruhi kemampuan berkembangnya infrastruktur suatu kawasan. Pengembangan material dengan memanfaatkan limbah menjadi salah satu penunjang infrastruktur berkelanjutan. Tujuan penelitian ini memetakan potensi limbah dan pemanfaatan limbah dalam pembuatan beton berbahan limbah. Paper ini membahas pemetaan potensi limbah nelayan, mengolah limbah nelayan menjadi beton melalui pengujian sifat fisik dan mekanis material. Sampel pengujian berat jenis, kuat tekan, kuat tarik belah menggunakan silinder  $\phi$  15 cm tinggi 30 cm, pengujian tarik lentur dengan balok dimensi 15x15x60cm. Hasil pemetaan menunjukkan limbah nelayan terbesar adalah kulit kerang di wilayah Desa Ketapang, Kecamatan Mauk. Hasil pengujian fisik campuran menggunakan air laut : slump = 10 – 12 cm dan berat jenis = 2100 – 2200 kg/m<sup>3</sup>. Campuran menggunakan air normal: slump = 10 - 15 cm dan berat jenis = 2200 – 2300 kg/m<sup>3</sup>. Hasil uji dengan campuran air laut : kuat tekan umur 28 hari = 11 - 15 Mpa, kuat tarik belah = 0,17 - 0,23 Mpa, kuat tarik lentur = 19 - 30 Mpa. Hasil uji campuran air normal : kuat tekan umur 28 hari = 12 – 15 Mpa, Kuat Tarik belah = 0,15 – 0,16 Mpa, kuat tarik lentur = 26 – 32 Mpa.

**Kata kunci** : infrastruktur, limbah, beton, sifat fisik, sifat mekanis

## ABSTRACT

*The depletion of natural resources in the making of materials and climate change is a threat that can affect the ability of developing infrastructure in a region. Material development by utilizing waste becomes one of supporting sustainable infrastructure. The purpose of study is to map potential waste and waste utilization in the manufacture of concrete made from waste. This paper discusses the mapping of fisherman waste potential, processing fisherman waste into concrete through testing the physical and mechanical properties of the material. Samples of testing specific gravity, compressive test, tensile strength using cylinder  $\phi$  15 cm high 30 cm, flexural tensile testing with dimension of 15x15x60 cm. The results of the mapping show the biggest fisherman waste is seashells in the Ketapang Village area, Mauk District. The results of physical testing of the mixture using sea water : slump = 10 – 12 cm and specific gravity = 2100 – 2200 kg/m<sup>3</sup>. Mixture using normal water ; slump = 10 – 15 cm and specific = 2200 – 2300 kg/m<sup>3</sup>. The results with a mixture of sea water : compressive strength age 28 days = 11 – 15 Mpa, tensile strength = 0.17 – 0.23 MPa, flexural tensile strength = 26 – 32 MPa*

**Keywords**: infrastructure, waste, concrete, physical properties, mechanical properties

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi perlu dipertimbangkan beberapa kriteria pengembangan bahan bangunan material (Puro, 2014). Pengembangan bahan-bahan yang inovatif ini harus disertai dengan pemakaian bahan-bahan yang lebih murah baik dalam pembuatannya, pemasangannya, dan pemeliharannya. Selain itu fungsi konstruksinya, pengaruhnya terhadap manusia dan lingkungan, dengan

mengedepankan potensi lokal yang dapat melibatkan peran masyarakat. Seiring dengan perkembangan pembangunan yang sangat pesat diiringi dengan jumlah populasi manusia yang semakin banyak membuat kebutuhan akan material beton semakin menipis. Berbagai penelitian dan percobaan tentang material untuk beton telah dilakukan untuk mencari bahan lain sebagai penunjang bahan material beton yang ramah lingkungan. Beton ramah lingkungan (*green concrete*) yang tersusun dari material yang tidak merusak lingkungan (Zuraidah et al., 2015) Sumber daya hayati merupakan potensi wilayah

kepuluauan di Indonesia. Sumber daya seperti perikanan merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui (Trinanda, 2017). Nelayan yang menangkap kerang hanya diambil dagingnya sehingga menghasilkan limbah berupa penumpukan cangkang (Sawiji dan Perdanawati, 2017). Pemanfaatan kulit kerang dapat digunakan sebagai bahan pengganti dari salah satu unsur dari campuran beton yaitu semen, pasir atau kerikil. Kulit kerang adalah suatu material yang mengandung kadar kalsium tinggi. Kalsium adalah zat yang dapat digunakan untuk mengatasi korosi. (Simokar, 2012). Desa Mauk Kecamatan Ketapang merupakan salah satu daerah nelayan yang salah satu hasil tangkapannya adalah kerang. Produksi kerang setiap hari menghasilkan limbah berupa kulit kerang yang selama ini belum ada usaha untuk dimanfaatkan. Lokasi pembuangan kulit kerang dibuang tidak jauh dari pemukiman, yang bila tidak segera ditangani akan mengganggu lingkungan termasuk sistem drainase dan infrastruktur terutama jalan lingkungan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan potensi limbah di Desa Ketapang Kecamatan Mauk dan pemanfaatan limbah dalam pembuatan beton dengan memanfaatkan limbah kerang sebagai pengganti agregat kasar pada beton melalui pengujian karakteristik betonyang terdiri dari : kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Potensi Kawasan Pesisir

Menurut Ekosafitri et al (2017) antara lain :

1. Sumber daya yang dapat diperbaharui (hutan mangrove, terumbu karang, padang lamun dan rumput laut dan sumber daya perikanan laut);
2. Sumber daya yang tidak dapat diperbaharui, terdiri atas sumber daya mineral dan geologis; jasa-jasa lingkungan misalnya environmental service (kawasan perlindungan dan sistem penyangga kehidupan), pariwisata, transportasi, dan sumber energi

### B. Infrastruktur

Menurut Ma'rif dan Daud (2013) Infrastruktur Pada dasarnya, infrastruktur memiliki arti yang berbeda-beda tergantung dari konteksnya namun demikian, umumnya infrastruktur ini dipahami sebagai suatu produk fisik, seperti: jalan, jaringan drainase, jaringan air minum dan instalasi listrik yang terkait dengan konteks infrastruktur sipil dan perkotaan. Akan tetapi, definisi infrastruktur tidak hanya meliputi pengertian seperti di atas, prosedur operasi serta kebijakan pembangunan juga merupakan salah satu jenis infrastruktur. Infrastruktur Jalan merupakan infrastruktur adalah sebagai penghubung satu wilayah dengan wilayah lainnya. Jalan merupakan infrastruktur

yang paling berperan dalam perekonomian nasional. Infrastruktur Pengairan Pembangunan infrastruktur sumber daya air banyak memberikan dukungan yang besar antara lain untuk pembangunan pertanian, perkebunan, pengendalian banjir, penyediaan air baku perkotaan dan industri, serta pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Infrastruktur Air Minum dan Sanitasi Air merupakan sumber kehidupan bagi seluruh makhluk di dunia ini. Kebutuhan akan air oleh manusia menyangkut dua hal, yaitu air untuk kehidupan kita sebagai makhluk hayati dan air untuk kehidupan kita sebagai manusia yang berbudaya

### C. Beton

Beton adalah suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yaitu semen, pasir, kerikil dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan.

Menurut (Setyaningrum, 2009) kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%.

**Tabel 1.** Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang

Komponen	Kadar (% berat)
CaO	66,70
SiO <sub>2</sub>	7,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03
MgO	22,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,25

Sumber : *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura, 2016*

Pemanfaatan limbah kerang dapat dilakukan untuk menunjang berbagai aspek, antara lain ekonomi, sosial, lingkungan, konstruksi, dan infrastruktur.

### D. Paving Block

*Paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *Portland* atau bahan perekat hidrolis sejenis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton (SNI 03-0691-1996). Menurut SNI 03-0691-1996, paving block harus memenuhi persyaratan tentang bata beton sebagai berikut :

- a. Sifat tampak, bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

- b. Ukuran, bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi  $\pm 8\%$ .

- c. Sifat fisik, bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisik seperti pada **Tabel 2**.

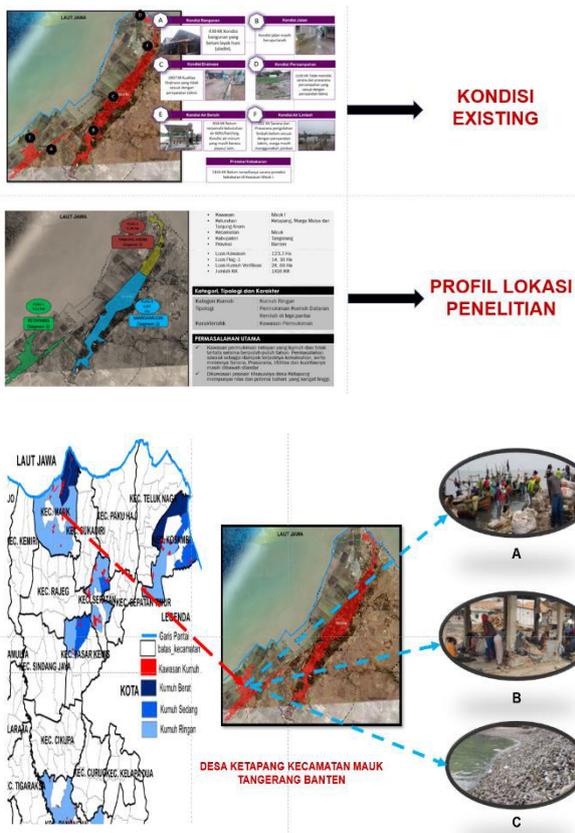
**Tabel 2.** Sifat Fisik Paving Block

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air rata-rata maksimum (%)
		Rata <sup>2</sup>	Min	Rata <sup>2</sup>	Min	
A	Perkerasan Jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

Sumber : Jurnal Simposium Nasional Teknologi Terapan, 2016

## METODE PENELITIAN

### A. Lokasi



### B. Material

Bahan-bahan yang dibutuhkan (1) semen portland pozolan Tipe I Tiga Roda, (2) Agregat halus dari Mundu - Cirebon, (3) Air bersih, (4) Limbah Kerang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kawasan nelayan di Desa Ketapang Kecamatan Mauk, Tangerang, (5) Fly ash type C dari *Batching Plant Pioner Ready Mix* Jakarta.

#### Pengujian Kuat Tekan Beton

Prosedur pengujian dilaksanakan berdasarkan SNI 03-1974-1990, benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris. Tekan Kekuatan

### Peralatan

Peralatan yang diperlukan: seperangkat ayakan, cetakan beton, *Compression Testing Machine*, *Universal Testing Machine*, *Concrete mixer* dan alat pendukung cetakan beton lainnya.

### Metode Pengujian Pra desain

Tahapan ini adalah melakukan trial dua komposisi yang dibedakan penggunaan airnya yaitu air normal dan air laut. Untuk mendapatkan hasil terbaik pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah kemudian dijadikan acuan untuk mendesain komposisi-komposisi selanjutnya.

### Komposisi

Komposisi yang digunakan adalah Komposisi A dan B yang diperoleh dari hasil terbaik pada uji desain, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3.** Komposisi Desain dengan Air Laut

Material	Komposisi		
	I	II	III
Semen (kg)	1	1	1
Pasir (kg)	1,5	2	4
Cangkang kerang darah (kg)	0,6	0,7	0,7
Fly Ash (kg)	10%	10%	10%
Air laut (ml)	0,35	0,45	0,6

Sumber : Hasil Penelitian

**Tabel 4.** Komposisi Desain dengan Air Normal

Material	Komposisi		
	I	II	III
Semen (kg)	1	1	1
Pasir (kg)	2,75	2	4
Cangkang kerang darah (kg)	0,6	0,8	0,8
Air laut (ml)	0,5	0,5	0,5

Sumber : Hasil Penelitian

dapat didefinisikan sebagai ketahanan maksimum diukur dari benda uji beton untuk beban aksial (Gambar 1).

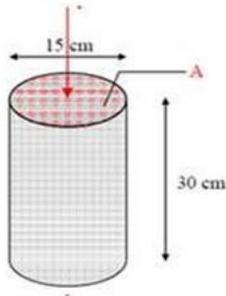
Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut Persamaan 1.

$$Kuat\ Tekan = \frac{P}{A} MPa \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

P = Beban maksimum (kN)

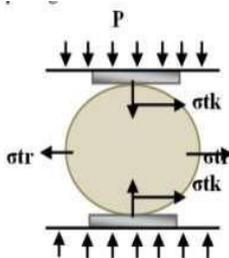
A = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)



**Gambar 1.** Pengujian kuat tekan silinder beton. (Park dan Paulay, 1975)

**Pengujian Kuat Tarik Belah**

Metode yang digunakan adalah metode uji tarik belah yang mengacu pada ASTM C496-90. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm sebanyak 1 buah benda uji untuk masing-masing komposisi. Metode pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengujian kuat tarik silinder beton.. (Park dan Paulay, 1975)

Besaran kuat tarik belah benda uji dihitung dengan Persamaan 2.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi.l.d} MPa \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

f<sub>ct</sub> = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (kN)

l = Panjang benda uji (mm)

d = Diameter benda uji (mm)

**Pengujian Kuat Lentur Beton**

Cara pengujian yang digunakan adalah pembebanan tiga titik (*three point bending*) mengacu pada standar ASTM C293-79. Benda uji yang digunakan berupa balok dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 750 mm. Besaran tegangan tarik (*modulus of rupture*) yang terjadi pada benda uji dihitung dengan rumus seperti di bawah ini.

$$R = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} MPa \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

R = *Modulus of rupture* (MPa)

P = Beban maksimum (kN)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar penampang benda uji (mm)

h = Tinggi penampang benda uji (mm)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Potensi Limbah Kerang**

Berdasarkan hasil survey dan penelitian yang dilakukan pada lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa Desa Ketapang, Mauk Tangerang merupakan desa yang dapat dikategorikan penghasil kerang yang sangat tinggi yaitu 5 Ton / Hari

**B. Hasil Pengujian**

Hasil pengujian semua komposisi disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian dengan Air Laut

Komp o-sisi	Kuat Tekan		Kuat Lentur	Tari k Bela h	MoE
	28 hari	56 hari			
	(MP a)	(MP a)	(MP a)	(MP a)	(MPa)
I	14,6	13,8	26,3	0,19	12,27
II	14,8	16,6	19,2	0,23	13,63
III	13,2	15,6	30,1	0,17	4,86

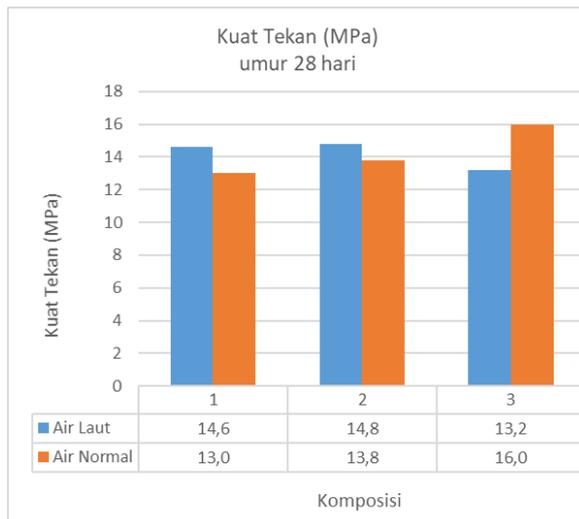
Sumber : Hasil Pengujian

**Tabel 6.** Hasil Pengujian dengan Air Normal

Komp o-sisi	Kuat Tekan		Kuat Lentur	Tarik Bela h	MoE
	28 hari	56 hari			
	(MPa )	(MPa )	(MPa )	(MPa )	(MPa)
I	13,0	17,5	28,4	0,15	10,77
II	13,8	15,7	32,3	0,16	18,43
III	16,0	11,1	26,5	0,15	8,74

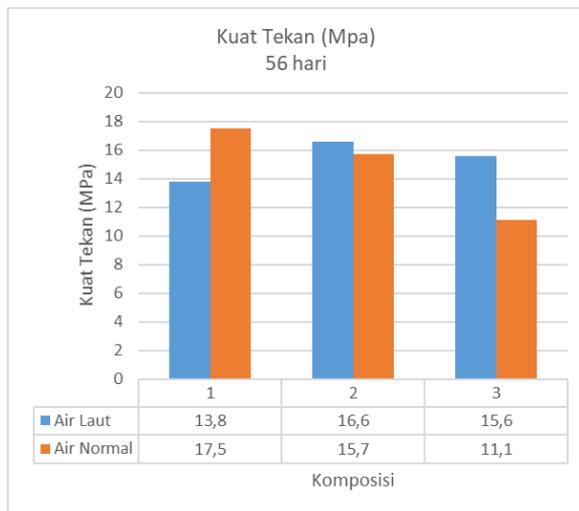
Sumber : Hasil Pengujian

Gambar 3 menunjukkan bahwa besar kuat tekan dengan komposisi campuran air laut pada umur 28 hari, komposisi I, II dan III berturut-turut memiliki kekuatan sebesar 14,6 MPa, 14,8 MPa dan 13,2 MPa. Sedangkan komposisi I, II dan III dengan campuran air normal memiliki besar kuat tekan berturut-turut sebesar 13,0 MPa, 13,8 MPa dan 16,0 MPa.



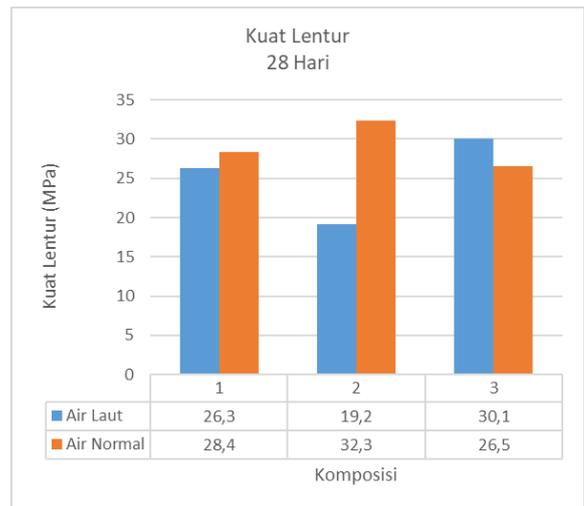
**Gambar 3.** Grafik kuat tekan 28 hari (Hasil Pengujian)

Gambar 4 menunjukkan bahwa besar kuat tekan dengan komposisi campuran air laut pada umur 56 hari, komposisi I, II dan III berturut-turut memiliki kekuatan sebesar 13,8 MPa, 16,6 MPa dan 15,6 MPa. Sedangkan komposisi I, II dan III dengan campuran air normal memiliki besar kuat tekan berturut-turut sebesar 17,5 MPa, 15,7 MPa dan 11,1 MPa.



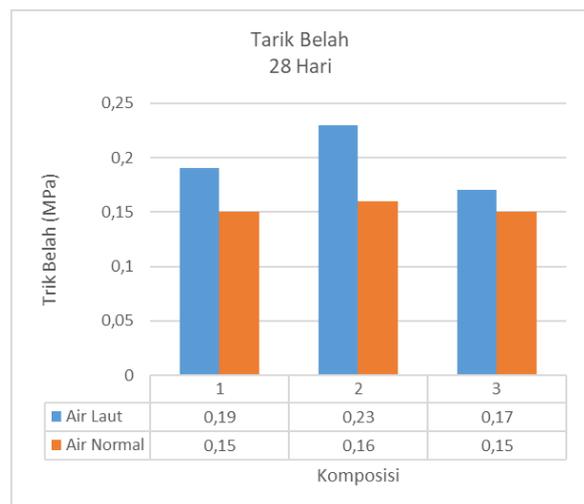
**Gambar 4.** Grafik kuat tekan 56 hari (Hasil Pengujian)

Gambar 5 menunjukkan kuat lentur dengan komposisi campuran air laut pada umur 28 hari, komposisi I, II dan III berturut-turut memiliki : 26,3 MPa, 19,2 MPa dan 30,1 MPa. Sedangkan komposisi I, II dan III dengan campuran air normal memiliki besar kuat lentur berturut-turut sebesar 28,4 MPa, 32,3 MPa dan 26,5 MPa.



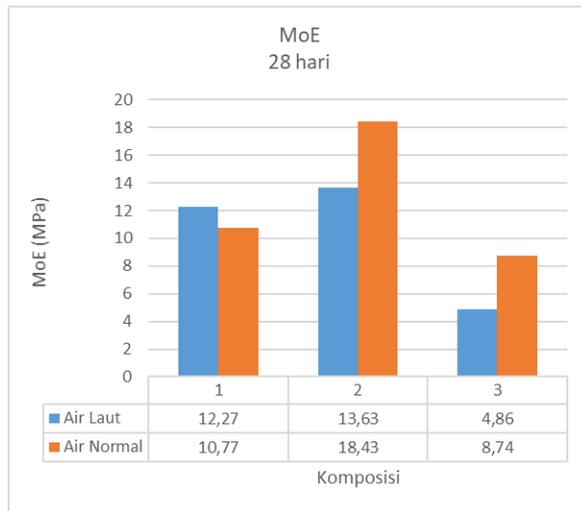
**Gambar 5.** Grafik Hasil Pengujian kuat lentur 28 hari

Gambar 6 menunjukkan bahwa besar tarik belah dengan komposisi campuran air laut pada umur 28 hari, komposisi I, II dan III berturut-turut: 0,19MPa, 0,23 MPa dan 0,17 MPa. Sedangkan komposisi I, II dan III dengan campuran air normal memiliki besar Tarik belah berturut-turut: 0,15 MPa, 0,16 MPa dan 0,15 MPa.



**Gambar 6.** Grafik Hasil Pengujian kuat tarik belah 28 hari

Gambar 7 menunjukkan bahwa besar MoE dengan komposisi campuran air laut pada umur 28 hari, komposisi I, II dan III berturut-turut: 12,27 MPa, 13,63 MPa dan 4,86 MPa. Sedangkan komposisi I, II dan III dengan campuran air normal memiliki besar MoE berturut-turut: 10,77 MPa, 18,43 MPa dan 8,74 MPa.



Gambar 7. Grafik Hasil pengujian MoE umur 28 hari

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Potensi besarnya produksi kerang di lokasi penelitian yaitu 5 Ton/Hari
2. Hasil pengujian fisik campuran menggunakan air laut : slump = 10 – 12 cm dan berat jenis = 2100 – 2200 kg/m<sup>3</sup>.
3. Hasil pengujian fisik campuran menggunakan air normal: slump = 10 - 15 cm dan berat jenis = 2200 – 2300 kg/m<sup>3</sup>.
4. Hasil uji dengan campuran air laut : kuat tekan umur 28 hari = 13 - 15 Mpa, kuat tarik belah = 0,17 - 0,23 Mpa, kuat tarik lentur = 19 - 30 Mpa
5. Hasil uji campuran air normal : kuat tekan umur 28 hari = 13 – 16Mpa, Kuat Tarik belah = 0,15 – 0,16 Mpa, kuat tarik lentur = 26 – 32 Mpa.
6. Hasil pengujian terhadap limbah kerang dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan paving block sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

### Saran

1. Pemanfaatan limbah kerang dapat menjadi solusi terhadap penanganan masalah limbah khususnya di Desa Ketapang, Mauk Tangerang.
2. Perlu dilakukan pengujian berikutnya untuk kategori beton ringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- AnisRakhmawati, Muhammad Amin. (2010). *KulitKerangSebagaiBahanSubstitusiAgregatKasar untuk Paving Block Sesuai SII 0819-83* :JurnalUniversitasTidarMagelang, 34(2), 175 – 189.
- AsriSawiji, Rizqi Abdi Perdanawati.2017. *PemetaanPemanfaatanLimbahKerangDenganPendekatanMasyarakatBerbasisAset (StudiKasus :DesaNambanganCumpat, Surabaya)*. Marine JournalDesember. Vol. 03, No. 01 ISSN 2460-8106
- Kim H. M., U. Jhonson A., M. Z Jumaat., S. C. Lee., Wan Inn Goh, C. W. Yuen. (2018). *Recycling of Seashell Waste in Concrete* : Elsevier, 162, 751–764.
- Monica O., A. Arifandita M., L. Damayanti. (2015). *Mechanical Properties of Seashell Concrete*; Elsevier, 125, 760 – 764.
- Nahushananda Chakravarthy H. G., (2015). *Investigation of Properties of Concrete with Seashells as a Coarse Aggregate Replcement in Concrete* : IJST, 1(1), 285 – 295.
- Noel D. Binag. (2016). *Powdered Shell Wastes as Partial Substitute for Masonry Cement Mortar in Binder, Tiles and Bricks Production* : IJERT, 5(7), 70–77.
- Pragedeesan S., Harishankar S. (2018). *Effect on Strenght Properties of Concrete Containing Seashell Powder as a Partial Subtitution of Fine Aggregate and Silica Fume used as Admixture* : IJET, 7, 689–692.
- RestiFitriana, S. Anjarwati, AmrisAzizi. (2016). *PengaruhPenggantianSebagian Semen dengan Fly Ash danKapurTerhadapKuatTekan Paving Block*, SNTT, 4, 611 – 616
- Sarjono Puro. (2014). *Kajian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Ringan Memanfaatkan Sekam Padi dan Fly Ash dengan Kandungan Semen 350 Kg/m<sup>3</sup>* : JIME, 4(2), 85 – 91.
- Tommy Cahya Trinanda.2017. *Pengelolaan Wilayah Pesisir Indonesia dalam Rangka Pembangunan Berbasis Pelestarian Lingkungan*. Matra Pembaruan. Badan Penelitian Dan Pengembangan (BPP) Kementrian Dalam Negeri. e-ISSN: 2549-5283. p-ISSN: 2549-5151
- Uchechi G. Eziefula. Jhon C. Ezech, Bennett I. Eziefula. (2018). *Properties of Seashell Aggregate Concrete* : Elsevier, 192, 287 – 300.
- YoudhiPermadiMa'rufdanJeluddinDaud. 2013. *PengaruhInvestasiInfrastrukturJalanTerhadapPertumbuhanEkonomi Wilayah Di KabupatenPesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat*. JurnalTeknikSipil USU. Vol 2, No 3.