

ANALISA PEMANFAATAN CANGKANG KERANG DAN PASIR BESI SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Mochammad Yudha Nur Fawaid¹, Qomariah², Sugeng Riyanto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

mochammadyudhanurf@gmail.com¹, qomariah@polinema.ac.id², sugeng.riyanto@polinema.ac.id³

Abstrak

Perkembangan Infrastruktur di Indonesia berkembang dengan cepat. Hal tersebut mendorong penggunaan beton yang semakin luas di Indonesia. Tetapi di sisi lain penggunaan beton yang semakin massif menyebabkan eksploitasi alam yang berkelanjutan. Penggunaan bahan pengganti dalam campuran beton tidak bisa dilakukan secara sembarangan di karenakan harus memenuhi syarat-syarat yang ditentukan. Dalam hal ini penulis menggunakan substitusi campuran cangkang kerang dan pasir besi yang tersedia banyak dan seringkali menjadi limbah serta kurang termanfaatkan. Dengan adanya syarat-syarat mutu tersebut, bisa dilakukan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi cangkang kerang dan pasir besi terhadap kuat tekan beton normal sebagai agregat halus. Metode penelitian meliputi: pengujian sifat fisik agregat pada cangkang kerang dan pasir besi. Perancangan campuran beton menggunakan referensi SNI 03-2834-2000. Sampel penelitian untuk setiap variasi 0%, 5% Cangkang Kerang, 10% Pasir Besi dan 5% Cangkang 10% Pasir besi. Masing masing variasi berjumlah 18 benda uji silinder. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari secara berturut-turut untuk variasi 0%, 5%, dan 10% dan 15% kombinasi sebesar 25,21 Mpa; 17,68 Mpa; 25,21 Mpa; 24,42 Mpa. Biaya pembuatan beton normal dalam 1 m³ sebesar Rp 747.513,57, variasi 5% sebesar Rp 765.056,74, variasi 10% sebesar Rp 777.910,35, variasi 15% sebesar Rp 795.453,52. Campuran pasir besi dan cangkang kerang lebih mahal daripada biaya pembuatan beton normal dengan selisih setiap harga untuk beton variasi 5% sebesar Rp 17.543,17, variasi 10% sebesar Rp 30.396,78, dan variasi 15% sebesar Rp 47.939,95.

Kata kunci : cangkang kerang, kuat tekan beton, pasir besi

Abstract

Infrastructure development in Indonesia is growing rapidly. This encourages the wider use of concrete in Indonesia. But on the other hand, the increasingly massive use of concrete has led to sustainable exploitation of nature. The use of substitute materials in concrete mixtures cannot be done arbitrarily because they must meet the specified requirements. In this case, the author uses a mixture of shellfish and iron sand substitution, which is widely available and often becomes waste and is underutilized. With these quality requirements, research can be carried out in the Laboratory of the Civil Engineering Department of the State Polytechnic of Malang. This study aims to determine the effect of the substitution of shells and iron sand on the compressive strength of normal concrete as fine aggregate. The research methods include: testing the physical properties of the aggregate on shells and iron sand. The design of the concrete mix uses the reference of SNI 03-2834-2000. The research sample for each variation was 0%, 5% Shellfish, 10% Iron Sand and 5% Shell 10% Iron Sand. Each variation amounted to 18 cylindrical test objects. The results of the compressive strength test at 28 days in a row for variations of 0%, 5%, and 10% and 15% combination of 25.21 Mpa; 17.68 MPa; 25.21 MPa; 24.42 MPa. The cost of making normal concrete in 1 m³ is Rp. 747,513.57, 5% variation is Rp. 765,056.74, 10% variation is Rp. 777,910.35, 15% variation is Rp. 795,453.52. The mixture of iron sand and shells is more expensive than the cost of making normal concrete with the difference in each price for 5% variation of concrete of Rp. 17,543.17, 10% variation of Rp. 30,396.78, and 15% variation of Rp. 47,939.95.

Key words: Shellfish, compressive strength concrete, iron sand

1. PENDAHULUAN

Perkembangan infrastuktur di Indonesia berkembang dengan cepat. Hal tersebut mendorong penggunaan beton yang

semakin luas di Indonesia. Tetapi di sisi lain penggunaan beton yang semakin massif menyebabkan eksploitasi alam yang berkelanjutan. Penggunaan bahan pengganti dalam campuran beton tidak bisa dilakukan secara sembarangan di karenakan

harus memenuhi syarat-syarat yang ditentukan. Dalam hal ini penulis menggunakan substitusi campuran cangkang kerang dan pasir besi yang tersedia banyak dan seringkali menjadi limbah serta kurang dimanfaatkan. Dengan adanya syarat-syarat mutu tersebut, bisa dilakukan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi cangkang kerang dan pasir besi terhadap kuat tekan beton normal sebagai agregat halus. Metode penelitian meliputi: pengujian sifat fisik agregat pada cangkang kerang dan pasir besi. Perancangan campuran beton menggunakan referensi SNI 03-2834-2000. Sampel penelitian untuk setiap variasi 0%, 5% Cangkang Kerang, 10% Pasir Besi dan 5% Cangkang 10% Pasir besi.

Menurut Arbi, M. H. (2015). dalam penelitiannya, nilai kuat tekan rata-rata pada beton untuk variasi campuran agregat halus limbah cangkang kerang 5% ; 10% dan 15% berturut-turut sebesar : 20,6 MPa; 26,3 Mpa ; 23,4 MPa; pada umur rencana 28 hari. Mutu beton yang direncanakan adalah $f'c = 20$ MPa..

Pasir besi dengan kadar 13.5% dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 10% dan sedangkan pada substitusi sebesar 30% terdapat penurunan kuat tekan sebesar 8% (Olutoge :2016). Menurut Zong-Xi Tian Substitusi Pasir Besi sebesar 35% dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 2,13% dibanding beton normal pada usia 28 hari. Kekuatan tekan beton juga meningkat sebesar 12% dengan substitusi pasir besi sebesar 50% dibandingkan beton normal pada usia 28 hari(Shettima : 2016).

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang dan selesai dalam waktu sekitar tiga bulan.

Pengambilan cangkang kerang darah dilakukan di Pantai Kalianget, Sumenep dan selesai dalam waktu sekitar 1 minggu sebanyak 3 karung. Sedangkan Pasir Besi di ambil dari Pantai Bambang, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang

Data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil pengujian langsung di. Sedangkan untuk data sekunder merupakan data yang didapatkan dari berbagai buku referensi, jurnal, dan data proyek sendiri. Data-data pengujian tersebut meliputi : Analisa Gradasi Agregat Kasar dan Halus, Berat Jenis, Penyerapan, Kadar Air , Kadar Organik dan Kadar Lumpur.

Setelah diperoleh semua hasil pengujian sifat fisik dan memenuhi dari standar setiap pengujian. Maka, dilakukan perencanaan campuran beton normal (mix design). Dalam

perencanaan ini menggunakan standar dari SNI 03-2834-2000.

Setelah data hasil perencanaan campuran sudah tervalidasi dan material yang akan digunakan sudah tersedia. Maka, dilakukan proses pengecoran. Pada proses ini ketika beton masih dalam kondisi segar dilakukan pengujian slump & berat isi. Untuk perhitungan uji slump berdasarkan SNI 1972:2008 menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Slump = \frac{n \text{ jumlah uji slump}}{\epsilon n} \dots \dots \dots (1)$$

Kemudian, untuk perhitungan berat isi beton menurut Riyanto. Sugeng., Nurani. Puri.,Qomariah, (2000) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Berat Isi = \frac{\text{jumlah berat isi}}{\epsilon n} \dots \dots \dots (2)$$

Setelah itu beton baru dipadatkan dalam silinder Ø15 x 30 cm. Ketika beton sudah berumur 1 hari maka, silinder dapat dilepas dan beton melalui proses perawatan dengan direndam dalam kolam air selama 7 hari, 14 hari, & 28 hari. Setelah beton berumur 7 hari, 14 hari, & 28 hari maka dilakukan proses pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 1974-2011 dengan persamaan sebagai berikut;

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3)$$

Setelah, data hasil kuat tekan sudah diperoleh. Maka, dilanjutkan dengan analisis statistik untuk mengetahui pengaruh dari limbah batu marmer. Pada pengujian ini menggunakan Uji Anova Satu Arah. Karena, terdapat 2 sampel dengan membandingkan 1 faktor.

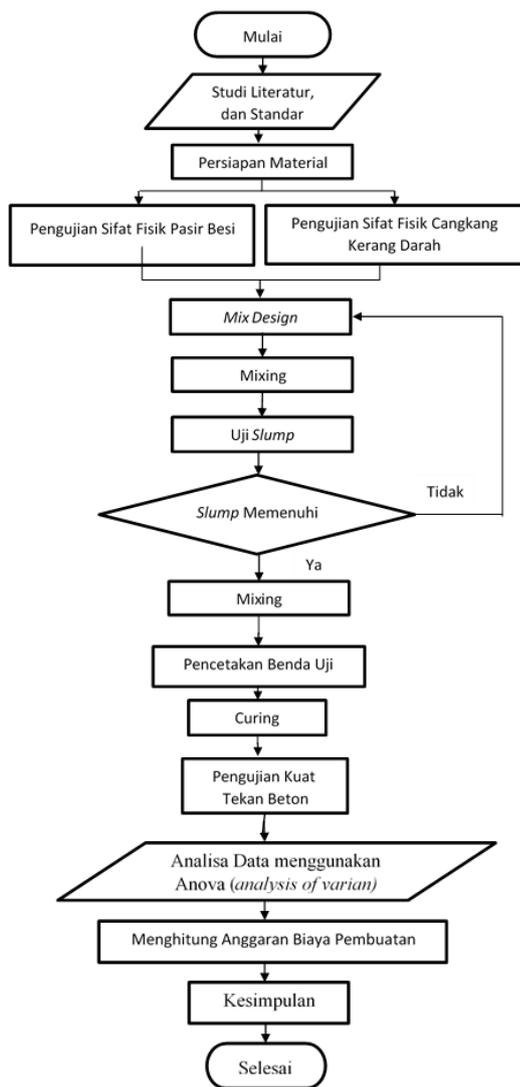
Sebelum melakukan pengujian ini terlebih dahulu menyiapkan hipotesis pengujian sebagai berikut; H0 menunjukkan bahwa limbah batu marmer tidak mempengaruhi kuat tekan beton; & H1 menunjukkan bahwa limbah batu marmer mempengaruhi kuat tekan beton.

Dalam menentukan hasil Uji Anova Satu Arah menurut Setiawan, K. (2019) terdapat persamaan sebagai berikut;

$$H0 \text{ diterima} = F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel} \quad (2)$$

$$H1 \text{ diterima} = F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel} \quad (3)$$

Berikut adalah diagram alir penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian sifat fisik agregat halus yang pertama dilakukan terhadap material limbah cangkang kerang. Pengujian ini dilakukan oleh penulis di Laboratorium Beton Polinema. Hasil dari pengujian dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fisik Limbah Cangkang Kerang

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Standar	Ket.
Kadar Air	2,12%	5-10%	ASTM C-556-67	Sangat OK
Berat Jenis	2,81	2,5-2,7	ASTM C-128-01	Sangat OK
Penyerapan	1,85%	2-10%	ASTM C-128-01	Sangat OK
Kadar Lumpur	3,38%	≤ 5,0%	SNI S-04-1998	OK
Kadar Organik	Bening	Coklat	ASTM C-49-99	OK

Analisa Gradasi	Tidak Memenuhi		SNI 03-2834-2000	Tidak OK
-----------------	----------------	--	------------------	----------

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan tabel diatas untuk pengujian sifat fisik limbah cangkang kerang. Secara keseluruhan memenuhi standar dari referensi yang digunakan. Tetapi, untuk pengujian Analisis Saringan tidak memenuhi persyaratan. Hal ini disebabkan karena, ukuran butir agregat yang terlalu besar. Sehingga, tidak dapat masuk dari semua zona. Akan tetapi, material ini masih bisa digunakan sebagai substitusi pasir. Karena, hasil pengujian Kadar Air, Berat Jenis & Penyerapan yang memenuhi standar. Kemudian, untuk dilanjutkan pengujian bahan substitusi kedua yaitu pasir besi. Untuk hasil pengujian sifat fisik pasir besi dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fisik Pasir Besi

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Standar	Ket.
Kadar Air	1,83%	5-10%	ASTM C-556-67	Sangat OK
Berat Jenis	2,88	2,5-2,7	ASTM C-128-01	OK
Penyerapan	0,74%	2-10%	ASTM C-128-01	Sangat OK
Kadar Lumpur	3,03%	≤ 5,0%	SNI S-04-1998	OK
Kadar Organik	Bening	Coklat	ASTM C-49-99	OK
Analisa Gradasi	Gradasi Zona 4		SNI 03-2834-2000	OK

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik pasir besi pada tabel diatas menunjukkan bahwa, Pasir Lumajang memenuhi semua persyaratan. Sehingga dapat untuk digunakan dalam perencanaan campuran beton normal.

Kemudian, untuk pengujian sifat fisik pasir menggunakan jenis Pasir Lumajang. Untuk hasil pengujian sifat fisik pasir dijelaskan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Fisik Pasir Lumajang

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Standar	Ket.
Kadar Air	2,67%	5-10%	ASTM C-556-67	Sangat OK
Berat Jenis	2,71	2,5-2,7	ASTM C-128-01	OK
Penyerapan	0,91%	2-10%	ASTM C-128-01	Sangat OK
Kadar Lumpur	3,38%	≤ 5,0%	SNI S-04-1998	OK
Kadar Organik	Bening	Coklat	ASTM C-49-99	OK
Analisa Gradasi	Gradasi Zona 2		SNI 03-2834-2000	OK

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik pasir pada tabel diatas menunjukkan bahwa, Pasir Lumajang memenuhi semua persyaratan. Sehingga dapat untuk digunakan dalam perencanaan campuran beton normal. Kemudian, untuk pengujian sifat fisik kerikil sebagai agregat kasar menggunakan jenis Kerikil Pasuruan. Berikut hasil pengujian sifat fisik kerikil dijelaskan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Fisik Agregat Kasar

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Standar	Ket.
Kadar Air	2,67%	5-10%	ASTM C-556-67	Sangat OK
Berat Jenis	2,71	2,5-2,7	ASTM C-128-01	OK
Penyerapan	0,91%	2-10%	ASTM C-128-01	Sangat OK
Kadar Lumpur	3,38%	≤ 5,0%	SNI S-04-1998	OK

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik kerikil pada tabel diatas menunjukkan bahwa, Kerikil Pasuruan memenuhi semua persyaratan. Sehingga, kerikil ini dapat digunakan menjadi agregat kasar dalam perencanaan campuran beton normal. Setelah semua data untuk pengujian sifat fisik terkumpul. Maka, dilanjutkan dengan perencanaan campuran beton normal dengan SNI 03-2834-2000. perencanaan campuran beton normal dijelaskan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perencanaan Campuran Beton

Parameter	Nilai	Satuan
Kuat tekan rencana	25	MPa
Deviasi standar	5.004	MPa
Margin	8.21	MPa
Kuat tekan rata-rata rencana	33.21	MPa
Jenis semen	PCC	
Faktor air semen	0,53	
Slump	30-60	mm
Kadar air bebas	190	MPa
Kadar semen	358,49	Kg
Persentase agregat halus	38	%
Persentase agregat kasar	68	%
Berat jenis gabungan	2,83	Kg/m ³
Berat isi beton	2.435	Kg/m ³
Kadar agregat gabungan	1.887	Kg/m ³

Kadar agregat halus	716,87	Kg/m ³
Kadar agregat kasar	1.169,64	Kg/m ³
Jumlah benda uji	18	Silinder

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa nilai kadar agregat gabungan sebesar 1.887 kg/m³. Kemudian, untuk menghitung berat setiap agregat dengan melakukan perkalian dengan persentase setiap agregat. Sehingga, diperoleh nilai untuk agregat halus 716,87 Kg/m³ dan agregat kasar 1.169,64 Kg/m³. Berikut dijelaskan jumlah material yang dibutuhkan dalam pembuatan 18 silinder pada masing masing variasi.

Tabel 6. Tabel Kebutuhan Material

Material	Jumlah	Satuan
Semen	34,22	Kg
Pasir	67,83	Kg
Air	18,13	Kg
Kerikil	109,80	Kg

Sumber : Hasil Pengujian

Setelah diperoleh jumlah material yang dibutuhkan untuk setiap variasi. Maka, dilakukan pengecoran dan melakukan pengujian slump. Untuk hasil pengujian slump dijelaskan dalam Tabel 6.

Tabel 7. Tabel Hasil Uji Nilai Slump

Variasi (%)	Nilai Slump I (mm)	Nilai Slump II (mm)	Rata-Rata (mm)
0%	51	47.67	49.33
5 % PB	55	63.33	59.17
10% Cangkang	40	43.33	41.67
15 % Kombinasi	51.67	67	59.33

Sumber : Hasil Pengujian

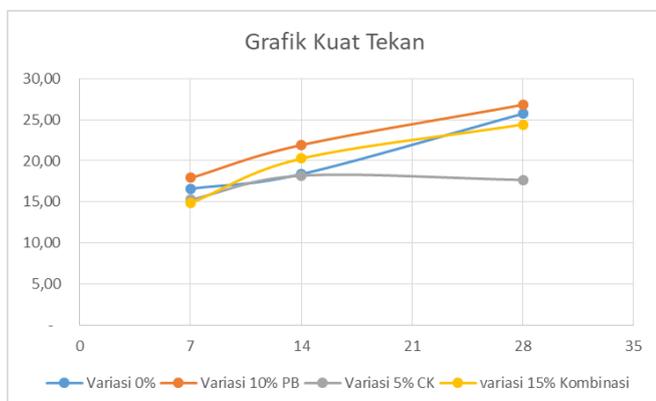
Berdasarkan hasil pengujian slump untuk seluruh variasi memenuhi persyaratan. Hal ini dikarenakan pada variasi tersebut jumlah air yang digunakan menyesuaikan dengan perencanaan. Setelah beron di cetak maka beton akan di bongkar pada usia 1 hari dan dilakukan proses curing. Prosen curing dilakukan dengan merendam benda uji dalam kolam air selama 7 hari, 14 hari, & 28 hari. Setelah masa curing selesai maka dilakukan pengujian kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan pada setiap umur dan variasi dijelaskan dalam Tabel 9.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi (%)	Kuat Tekan (MPa)		
	7 (Hari)	14 (Hari)	28 (Hari)
0	16,59	18,38	25,21
5	15,27	18,20	17,68

10	17,91	21,92	26,82
15	14,85	20,27	24,42

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 2. Grafik Hasil Kuat Tekan

Biaya yang dikeluarkan untuk pengerjaan 1m³ beton tanpa upah pekerja ialah

Tabel 9. Biaya Pembuatan beton per 1m³

Kombinasi 0%					
No.	Material	Volume	Satuan	Harga per kg	Total
1	Pasir	710,54	kg	Rp 172,20	Rp 122.356,21
2	Kerikil	1150,14	kg	Rp 137,46	Rp 158.094,85
3	Semen	358,49	kg	Rp 1.300,00	Rp 466.037,00
4	Air	189,91	kg	Rp 5,40	Rp 1.025,51
Total Harga					Rp 747.513,57
Substitusi Pasir Besi 10%					
No.	Material	Volume	Satuan	Harga per kg	Total
1	Pasir	639,49	kg	Rp 172,20	Rp 110.120,59
2	Kerikil	1150,14	kg	Rp 137,46	Rp 158.094,85
3	Cangkang Kerang Darah	0,00	kg	Rp -	Rp -
4	Penggilingan Kerang	0,00	kg	Rp 666,00	Rp -
5	Pasir Besi	71,05	kg	Rp 600,00	Rp 42.632,40
6	Semen	358,49	kg	Rp 1.300,00	Rp 466.037,00
7	Air	189,91	kg	Rp 5,40	Rp 1.025,51
Total Harga					Rp 777.910,35
Substitusi Cangkang Kerang Darah 5%					
No.	Material	Volume	Satuan	Harga per kg	Total
1	Pasir	675,01	kg	Rp 172,20	Rp 116.238,40
2	Kerikil	1150,14	kg	Rp 137,46	Rp 158.094,85
3	Cangkang Kerang Darah	35,53	kg	Rp -	Rp -
4	Penggilingan Kerang	35,53	kg	Rp 666,00	Rp 23.660,98
5	Pasir Besi	0,00	kg	Rp 600,00	Rp -
6	Semen	358,49	kg	Rp 1.300,00	Rp 466.037,00
7	Air	189,91	kg	Rp 5,40	Rp 1.025,51
Total Harga					Rp 765.056,74
Substitusi 5% Cangkang Kerang Darah dan 10% Pasir Besi					
No.	Material	Volume	Satuan	Harga per kg	Total
1	Pasir	603,96	kg	Rp 172,20	Rp 104.002,78
2	Kerikil	1150,14	kg	Rp 137,46	Rp 158.094,85
3	Cangkang Kerang Darah	35,53	kg	Rp -	Rp -
4	Penggilingan Kerang	35,53	kg	Rp 666,00	Rp 23.660,98
5	Pasir Besi	71,05	kg	Rp 600,00	Rp 42.632,40
6	Semen	358,49	kg	Rp 1.300,00	Rp 466.037,00
7	Air	189,91	kg	Rp 5,40	Rp 1.025,51
Total Harga					Rp 795.453,52

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan diatas beton inovasi substitusi 5% Cangkang Kerang dan 10% Pasir Besi kurang ekonomis dibandingkan beton normal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dapat dijabarkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Campuran beton (Mix Desain) yang direncanakan telah sesuai dengan mutu beton yang diinginkan yaitu 25 MPa khususnya untuk beton variasi 0% dan 10%. Sedangkan untuk variasi 5% dan 15% mutu beton turun.
2. Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi yaitu dengan variasi 10% Pasir Besi pada umur 28 hari yaitu sebesar 26,82 MPa, variasi campuran 0% sebesar 25,21 MPa, variasi campuran 5% Cangkang Kerang sebesar 17,68 Mpa, dan variasi campuran 15% sebesar 24,42 MPa. Penggunaan substitusi limbah cangkang kerang berdampak menurunkan nilai kuat tekan beton rata-rata dikarenakan tidak memenuhinya nilai gradasi, sedangkan substitusi pasir besi dan cangkang kerang penurunan juga terjadi akibat tidak memenuhinya nilai gradasi cangkang kerang. Pada substitusi Pasir Besi berhasil meningkatkan kuat tekan dikarenakan ukuran pasir besi yang halus dan memiliki berat jenis tinggi membuat beton lebih solid.
3. Nilai slump beton rata-rata beton normal yaitu 49,33mm, sedangkan variasi 10% Pasir Besi sebesar 41,67 mm. Pada variasi campuran 5% cangkang kerang sebesar 59,17mm, dan variasi campuran 15% sebesar 59,17mm. Nilai slump yang lebih rendah pada variasi pasir besi dikarenakan material pasir besi yang halus dan memiliki berat jenis tinggi menyebabkan campuran slump lebih mampat dan stabil. Sedangkan nilai slump pada cangkang kerang lebih rendah karena gradasi cangkang kerang yang tidak memenuhi sehingga membuat campuran tidak stabil. Demikian pula dengan campuran pasir besi dan cangkang kerang mengalami hal yang sama.
4. Biaya pembuatan beton dalam 1m³ untuk beton normal sebesar Rp.747.513.57, beton variasi 5% sebesar Rp.765.056.74, beton variasi 10% sebesar Rp.777.910.35, dan beton variasi 15% sebesar Rp.795.453.52. Berdasarkan biaya diatas beton dengan campuran variasi cangkang kerang darah dan pasir besi lebih mahal dari pada biaya pembuatan beton normal dengan selisih setiap harga untuk beton variasi 5% sebesar Rp.30.396,78, beton variasi 10% sebesar Rp.17.543,17, dan beton variasi 15% sebesar Rp.47.939,95. Sehingga dengan analisis ini disimpulkan bahwa inovasi ini kurang ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus, I., & Midu, M. (2019). Studi Eksperimental Substitusi Pasir Besi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. JURNAL MEDIA INOVASI TEKNIK SIPIL, 6(2).

- [2] Arbi, M. H. (2015). Pengaruh Substitusi Cangkang Kerang dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 147421.
- [3] Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, diterjemahkan oleh Ir. Bambang Suryoatmono, M. Sc. Bandung: PT. Refika Aditama.
- [4] Olutoge, F. A., Onugba, M. A., & Ocholi, A. (2016). Strength Properties of Concrete Produced With Iron Filings as Sand Replacement. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 1-6.
- [5] Shettima, A. U., Ahmad, Y., Hussin, M. W., Muhammad, N. Z., & Babatude, O. E. (2018). Strength and Microstructure of Concrete with Iron Ore Tailings as Replacement for River Sand. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 34, p. 01003). EDP Sciences.
- [6] Tian, Z. X., Zhao, Z. H., Dai, C. Q., & Liu, S. J. (2016). Experimental study on the properties of concrete mixed with iron ore tailings. *Advances in*