



Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Agregat Kasar Terhadap Workability dan Kuat Tekan Beton Ringan

Sumiati *¹, Mahmuda ², Fadhilla Firdausa ³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

e-mail: *¹sumiati@polsri.ac.id, ²mahmuda@polsri.ac.id, ³fadhila.firdausa.ff@gmail.com

Abstrak

Beton ringan mempunyai keunggulan pada beratnya, sehingga dapat meminimalisir momen lentur dan memitigasi gempa bumi. Salah satu cara untuk membuat beton menjadi ringan adalah dengan mengganti agregatnya dengan agregat ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan workability dari beton segar yang baik, sehingga akan didapatkan kuat tekan optimum dengan menggantikan sebagian agregat kasar dengan biji karet. Pengujian dilakukan terhadap 84 sample beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30cm. Biji karet yang menggantikan agregat kasar bervariasi 0%-30% terhadap berat agregat kasar. Sebelum pengujian kuat tekan, sample dicuring terlebih dahulu dan dilakukan pengujian setelah berumur 7; 14; 21 dan 28 hari. Berdasarkan (SNI 03-3449-2002) dan hasil pengujian didapatkan bahwa jika biji karet yang menggantikan coarse aggregate <10%, dapat digolongkan beton ringan struktural, sedangkan jika agregat kasar yang digantikan >10% maka digolongkan beton ringan non struktural. Penggunaan biji karet <10% mempunyai workability yang baik, semakin banyak biji karet yang digunakan semakin buruk workability nya.

Kata Kunci: biji karet, beton ringan, workability

Abstract

Lightweight concrete has an advantage in weight, which may reduce the bending moment and prevent the effect when earthquakes occur. One of the methods to make concrete lightweight is replace the conventional aggregate using lightweight aggregate. This study aims to replace some coarse aggregates with rubber seeds by considering the workability of fresh concrete and obtained optimum compressive strength results. 84 concrete specimens with a size of 15 cm in diameter and 30 cm in height were carried out. Rubber seeds that replace coarse aggregates varied 0% -30% to the total weight of coarse aggregates. The compressive strength was examine during the cured time at 7; 14; 21 and 28 days. According to the (SNI 03-3449-2002) and the test results obtained that rubber seeds containing coarse aggregate <10%, can be classified as lightweight concrete structures, whereas if coarse aggregates are replaced >10% then classified as non-structural lightweight concrete. Using rubber seeds <10% has good workability, the more rubber seeds used the worse the workability.

Key word: rubber seeds, lightweight concrete, workability

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu massa yang terbuat dari agregat/batuan dan semen sebagai bahan pengikatnya. Berat beton tidak sebanding dengan kekuatannya, sehingga sangat berpengaruh pada momen lenturnya.

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan dengan beton pada umumnya yaitu berkisar $< 1850 \text{ kg/m}^3$. Berbagai cara telah dilakukan agar didapat massa beton yang ringan diantaranya: mengganti agregatnya dengan agregat ringan, menambahkan foam sehingga membuat gelembung pada adukan mortarnya yang dinamakan dengan beton ringan aerasi.

Penelitian dengan menggantikan agregat kasar dengan agregat alami, buatan dan limbah, seperti: tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, limbah kayu dan cangkang kerang telah banyak dilakukan, diantaranya:

Penelitian [1], dengan menggantikan cangkang kelapa sebagai agregat kasar bervariasi 10-30%, didapatkan nilai *slump* semakin besar, berat jenis beton semakin ringan berkisar 2170 kg/m^3 dan kuat tekan beton semakin rendah, berkisar 41,07 MPa pada penggantian cangkang kelapa sebesar 30%.

Penelitian [2], dengan menggunakan cangkang biji karet sebagai agregat kasar bervariasi 5-20% dengan interval 5%, nilai *slump* semakin besar berbanding terbalik dengan kuat tekannya, di mana terjadi penurunan berkisar 30% pada penggantian cangkang biji karet sebesar 20%.

Penelitian [3], dengan menggunakan biji karet sebagai agregat kasar bervariasi 25-75% dengan interval 25% dan admixture Conplast WP421, didapatkan bahwa kuat tekan beton akan menurun sebesar 45% seiring penggantian sebagian agregat kasar dengan biji karet, sedangkan jika ditambahkan admixture Conplast WP421 kuat tekan beton akan naik sebesar 10 % pada umur 28 hari.

Penelitian [4], dengan menggunakan *clinker* kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar dan halus bervariasi 10%-100% dengan interval 10%,

didapatkan kuat tekan beton akan turun seiring dengan berat jenisnya. Berat jenis turun $\pm 1\%$, sedangkan kuat tekan turun $\pm 4\%$ pada setiap variasi penggantian sebagian agregat kasar dan halus.

Penelitian [5], dengan menggunakan limbah kayu lunak dan keras sebagai pengganti agregat kasar bervariasi 5%; 7,5% dan 10%, didapatkan kuat tekan beton akan turun seiring dengan berat jenisnya, sedangkan nilai *slump* menjadi lebih besar. Kuat tekan beton menggunakan agregat kayu lunak lebih rendah jika dibandingkan dengan agregat kayu keras.

Standar Nasional Indonesia, mengklasifikasikan beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekan beton dibagi dalam 3 kelompok yaitu: 1) Beton ringan struktural mempunyai berat jenis 1440 kg/m^3 - 1850 kg/m^3 dan kuat tekan $>17,24 \text{ MPa}$. 2) beton ringan non struktural (*Masonry Structural*) mempunyai berat jenis 800 kg/m^3 - 1400 kg/m^3 dan kuat tekan 6,89-17,24 MPa. 3) beton ringan isolasi 300 kg/m^3 - 800 kg/m^3 dan kuat tekan 0,69-6,98 MPa.

Biji karet di Sumatera selatan selama ini belum termanfaat secara maksimal, di mana hanya sebagian kecil yang digunakan sebagai bibit dan selebihnya hanya menjadi limbah dan mainan anak-anak. Biji karet berbentuk *ellipsoidal* dengan permukaan yang licin, berukuran 2,5-3 cm, mempunyai berat berkisar 2-4 gram/biji. Biji karet terdiri dari 40-50% kulit yang cukup keras namun agak getas berwarna coklat dan 50-60% kernel yang berwarna putih.

Workability merupakan tingkat kemudahan campuran beton segar untuk diaduk, diangkut, dituangkan serta dipadatkan. Hal ini dipengaruhi oleh: jumlah air dan semen yang dipakai serta komposisi gradasi agregat halus dan kasar yang akan digunakan. Bentuk butir dan tekstur permukaan butiran serta ukuran butir agregat $>25 \text{ mm}$, juga sangat mempengaruhi *workability* beton segar. Selain itu semakin banyak air yang dipakai, semakin mudah beton segar dikerjakan, tetapi jumlah air yang banyak tanpa menambahkan semen dapat menurunkan kuat tekan beton.

Dalam penelitian ini, akan menggunakan biji karet sebagai pengganti

sebagian agregat kasar yang bervariasi 5-30%, sehingga akan didapatkan suatu campuran beton ringan segar dengan *workability* yang baik dan ramah lingkungan. Tujuan utama penelitian ini untuk mendapatkan berat jenis, dan kuat tekan beton ringan, sehingga akan didapatkan klasifikasi beton ringan berdasarkan Standar Nasional Indonesia [6].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilandasi oleh kajian literatur dari beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan dan mensurvey limbah biji karet yang akan digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar berasal dari perkebunan karet daerah Prabumulih (Gambar 1), bervariasi: 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% dan 30%, di mana masing-masing komposisi dibuat 12 benda pasir yang berasal dari sungai Musi, batu pecah dari bojonegoro dan semen Portland type I dengan merk Baturaja. Benda uji berbentuk selinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dibuat sebanyak 84 benda uji.

Penelitian akan dilaksanakan di laboratorium Pengujian Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Untuk mendapatkan suatu hasil yang optimal maka agregat yang akan digunakan terlebih dahulu harus diuji untuk mengetahui sifat fisiknya, apakah memenuhi persyaratannya seperti: Analisa Saringan agregat kasar/halus [7], berat jenis agregat

kasar [8], berat jenis agregat halus [9], Abrasi *Los Angeles* [10], Kadar lumpur/butiran halus lolos saringan No.200 [11].

Mix design beton menggunakan Standar Nasional Indonesia [12], dengan kuat tekan berkisar sebesar 25 Mpa pada umur 28 hari, didapatkan komposisi benda uji, seperti Tabel 1.

Pengujian nilai *slump* berpedoman pada [13], dengan nilai *slump* ditetapkan semula sebesar 7 cm. Pengujian kuat tekan beton akan dilakukan pada umur 7; 14; 21 dan 28 hari dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dan berpedoman pada Standar Nasional Indonesia [14].

Hasil pengujian kuat tekan kemudian dihitung menggunakan persamaan yang terkait dan dianalisa dengan metode regresi serta digambarkan dalam bentuk kurva dan histogram.



Gambar 1. Biji Karet

Tabel 1. Komposisi benda uji

Material	Satuan	Biji karet (%)						
		0	5	10	15	20	25	30
Semen	kg/m ³	490	490	490	490	490	490	490
Faktor air semen		0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Air	kg/m ³	250	250	250	250	250	250	250
Biji Karet	kg/m ³	0	46	92	138	184	230	276
Pasir	kg/m ³	614	614	614	614	614	614	614
<i>slump</i>	cm	7	7	9	11	13	15	18
Batu pecah	kg/m ³	940	874	828	782	736	690	644

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

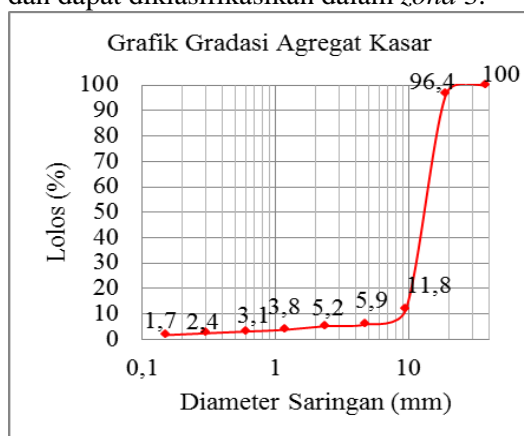
Berdasarkan pengujian secara visual batu pecah dan pasir yang akan digunakan mempunyai kadar lumpur >3%, jadi batu pecah dan pasir terlebih dahulu dicuci sebelum digunakan. Hasil Pengujian sifat fisik bahan pembentuk beton dapat dilihat pada Tabel 2, di mana batu pecah yang akan digunakan mempunyai kadar lumpur $\pm 0,1\%$, jadi tidak akan mengurangi daya ikat semen dan kuat tekan beton. Kekerasan dan keausan batu pecah berkisar 17,6% dan 20,15%, sedangkan biji karet mempunyai nilai kekerasan dan keausan

berkisar 50,15% dan 62,56%, jadi dapat disimpulkan bahwa biji karet mempunyai sifat yang sangat getas jika dibandingkan dengan batu pecah. Pada Gambar 1, terlihat bahwa biji karet mempunyai permukaan yang licin dan daya serap 0%, jika dalam keadaan utuh serta mempunyai ukuran butir yang seragam berkisar 2,5-3 cm, di mana hal ini dapat mempengaruhi *workability* beton segar. Berat jenis biji karet juga berkisar $1,50 \text{ gr/m}^3$, jadi lebih ringan jika dibandingkan dengan berat jenis batu pecah dan pasir yaitu berkisar $2,50 \text{ gr/m}^3$ dan $2,21 \text{ gr/m}^3$.

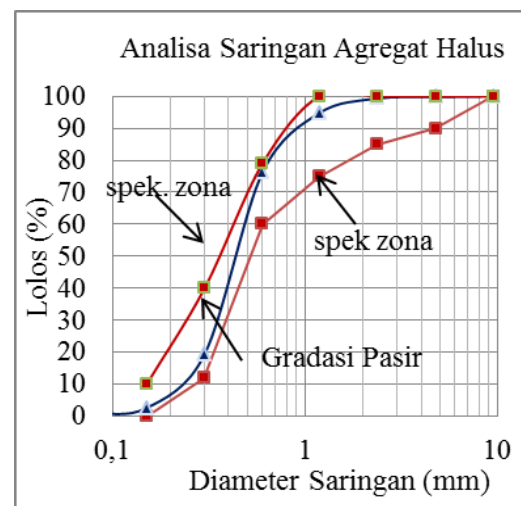
Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik bahan pembentuk beton.

Testing	Hasil Pengujian				Notasi
	semen	Batu pecah	Pasir	Biji karet	
Berat jenis <i>Bulk/density</i>	3.0	2,43	2,14	1,50	gr/m^3
Berat jenis (SSD)	-	2,50	2,21	1,50	gr/m^3
Daya serap	-	2.58	3,33	-	%
Kadar lumpur	-	0.1	0.1	-	%
Berat isi	-	1362	1513	800	kg/m^3
Kekerasan	-	17,6	-	50,15	%
Keausan	-	20,15	-	62,56	%

Hasil pengujian analisa saringan batu pecah dapat dilihat pada Gambar 2 di mana batu pecah mempunyai ukuran 1-2. Agregat halus mempunyai gradasi seperti Gambar 3 dan dapat diklasifikasikan dalam zona 3.



Gambar 2. Gradasi Batu Pecah



Gambar 3. Gradasi Pasir

Hasil pengujian *slump*, dapat dilihat pada Tabel 1 untuk masing-masing campuran dan hasil pengujian *slump* (Gambar 4).

a. *Slump* 7 cmb. *Slump* 7 cmc. *Slump* 11 cmd. *Slump* 15 cmGambar 4 Hasil Pengujian *Slump*

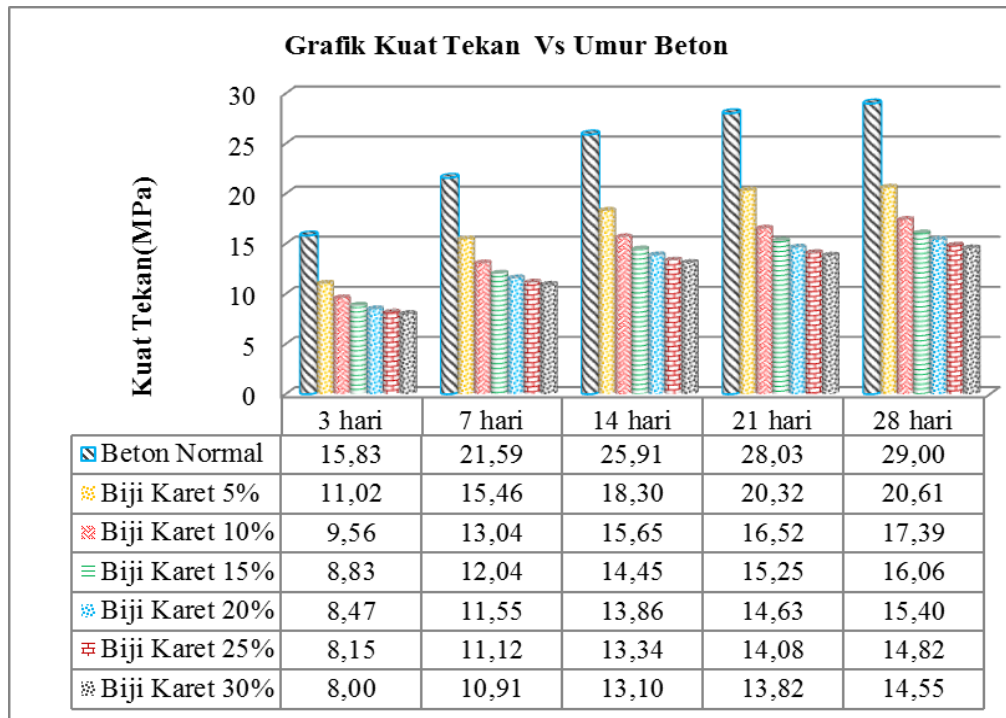
Biji karet dalam adukan beton bervariasi bervariasi 5; 10; 15; 20; 25 dan 30%, di mana semakin bertambah biji karet yang menggantikan agregat kasar, maka semakin besar *slump* yang didapatkan. Pada saat penggantian biji karet sebesar 5 %, nilai *slump* masih sama dengan *slump* rencana dan *workability* adukan beton masih dalam kondisi baik. Beton segar memiliki nilai *slump* > 7 cm pada saat penggantian biji karet > 5 % dan nilai *slump* naik seiring dengan bertambahnya penggantian biji karet, walaupun jumlah air yang digunakan tetap sama. Pada saat penggantian biji karet sebesar 30% *flowability* sangat tinggi seakan-akan beton menjadi terlepas dan tidak ada adhesi antara biji karet dengan mortar, hal ini disebabkan biji karet mempunyai permukaan yang licin, butiran yang seragam dan berbentuk *ellipsoidal*. Beton segar menjadi sulit untuk dipadatkan secara manual, karena banyak biji karet yang berusaha tetap di atas dan sebagian pecah saat dilakukan pemadatan dengan cara penumbukan. Pada dasarnya

workability tergantung pada nilai *slump*, semakin tinggi nilai *slump* maka semakin cair beton segar, dan akan mempunyai *workability* yang baik. Namun kondisi ini terjadi sebaliknya pada saat penambahan biji karet pengganti agregat kasar bertambah, proses pemadatan sulit dilakukan, biji karet berusaha berada di atas (seakan mengapung). Hal ini disebabkan biji karet mempunyai berat jenis berkisar 1,5 gr/cm³ dan sangat getas, di mana ada sebagian biji karet yang pecah karena pemadatan dilakukan secara manual/ditusuk-tusuk. Biji karet terdiri dari 40-50% kulit dan 50-60% kernel yang berwarna putih serta sedikit rongga udara. Kulit biji karet terpecah, berganti fungsi menjadi agregat halus/pasir, sedangkan kernel biji karet akan menjadi sampah dan dapat mengganggu proses pengikatan antara pasir dan semen, sehingga mengurangi kuat tekan beton. Rongga udara pada biji karet yang pecah, menyebabkan beton menjadi padat kembali. Hasil pengujian berat jenis beton ringan (Gambar 6), di mana pada penggantian biji karet sebesar 5% - 15%

berat jenis beton ringan turun dibandingkan beton normal, namun berat jenis beton ringan akan naik pada penggantian biji karet >15%.

Hasil pengujian kuat tekan beton ringan biji karet dapat dilihat pada Gambar 5, di mana kuat tekan beton akan meningkat seiring dengan bertambah umur beton. Kuat tekan beton ringan biji karet

pada umur 28 hari akan turun seiring dengan penggantian sebagian agregat kasar sebesar: 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% dan 30% terhadap berat agregat kasar, yaitu: 29,00 MPa; 20,61 MPa; 17,39 MPa; 16,06 MPa; 15,40 MPa; 14,82 MPa dan 14,55 MPa.



Gambar 5. Kuat Tekan Beton Ringan Biji Karet

Berat jenis menggambarkan kerapatan suatu material dan dapat menggambarkan kuat tekan beton, semakin berat beton maka semakin tinggi kuat tekannya. Hasil pengujian berat jenis beton ringan biji karet dapat dilihat pada Gambar 6, di mana berat jenis akan turun seiring dengan digantikannya biji karet sekisar <10% dan akan naik pada saat penggantian biji karet sekisar >10%, semakin besar biji karet yang digantikan, menjadikan berat jenis beton cenderung naik, sedangkan kuat tekannya cenderung linier. Kuat tekan beton ringan biji karet pada penggantian biji karet sekisar > 10% cenderung turun $\pm 40\%$.

Berat jenis beton dapat menggambarkan besar kecilnya kekuatan beton dalam menyangga suatu konstruksi.

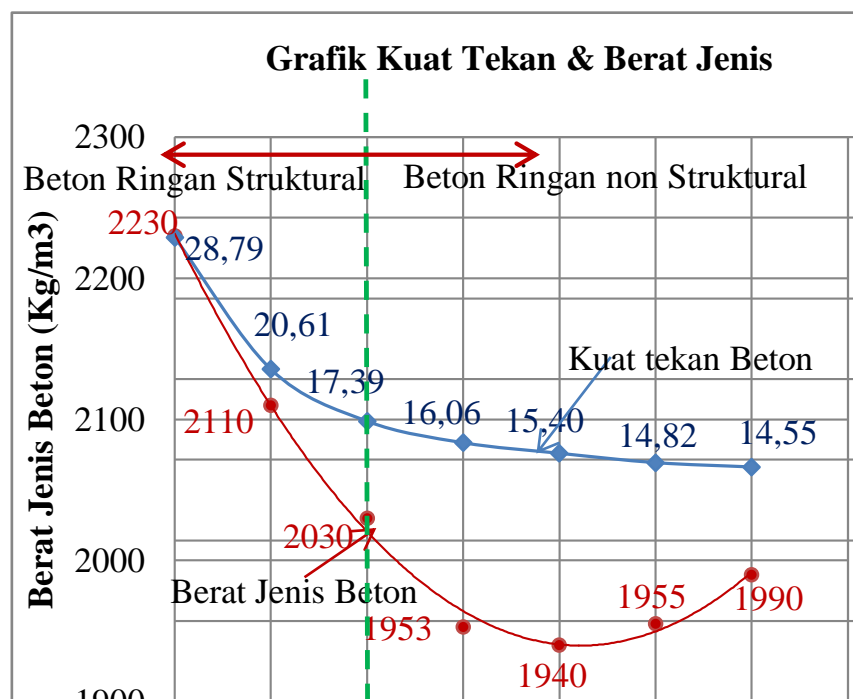
Semakin padat beton, maka kekuatannya juga akan semakin besar sehingga dapat menyangga konstruksi yang lebih berat. Sebaliknya, semakin ringan beton, maka kekuatannya juga akan semakin lemah sehingga hanya bisa menyangga konstruksi yang ringan dan ketahanannya juga tidak terlalu lama. Penggantian sebagian agregat kasar dengan biji karet bertujuan untuk mendapatkan beton yang ringan, karena biji karet mempunyai berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis agregat kasar dari batu pecah. Kuat tekan beton (Gambar 6), turun seiring dengan kuat tekannya, namun cenderung linier pada penggantian biji karet >15%.

Berdasarkan spesifikasi Standard Nasional Indonesia, beton ringan dapat digolongkan: beton ringan untuk komponen

struktural mempunyai density 1440-1850 Kg/m³ dan kuat tekan > 17,24 MPa, beton ringan non struktural (*Masonry Structural*) mempunyai berat jenis/density 800-1440 Kg/m³ dan kuat tekan 6.98-17.24 MPa serta beton ringan untuk partisi/isolasi mempunyai density 300 Kg/m³-800 Kg/m³ dan kuat tekan berkisar 0,69-6,89 MPa.

Hasil penelitian Gambar 6, dapat dilihat bahwa kuat tekan beton ringan struktural didapatkan sebesar > 17,39 MPa pada penggantian biji karet sebesar <10% walaupun berat jenis dari beton ringan berkisar >1953 Kg/m³, belum termasuk

dalam kategori beton ringan struktural, yaitu berkisar 1580 Kg/m³-1825 Kg/m³, namun lebih kecil dari berat jenis beton normal yaitu 2230 Kg/m³. Sedangkan pada penggantian biji karet > 10% kuat tekan beton ringan biji karet berkisar < 17,39 MPa. Jadi jika penggantian biji karet > 10% beton yang dihasilkan dapat digolongkan berdasarkan kuat tekannya termasuk beton ringan non struktural (*Masonry Structural*), walaupun untuk berat jenisnya masih belum memenuhi standar spesifikasi.



Gambar 6. Kuat Tekan Beton Ringan biji Karet VS Berat Jenis

4. KESIMPULAN

Material yang akan digunakan untuk campuran beton, agar didapatkan hasil yang sesuai dengan rencana, maka terlebih dahulu harus dilakukan pengujian sifat fisiknya.

Berdasarkan spesifikasi Standard Nasional Indonesia dan hasil pengujian didapatkan, jika biji karet yang digantikan sebesar 5-10% terhadap berat agregat kasar dapat digolongkan beton ringan struktural, sedangkan jika biji karet yang digantikan

>10% dapat digolongkan beton ringan non struktural.

Biji karet dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar < 10%, karena akan didapatkan kuat tekan yang optimum, berat jenis yang minimum dan workability yang memadai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa dan rekan-rekan atas fasilitas dan informasi yang diberikan, hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunday U. Azunna, Farah N. A. A. Aziz, Pang M. Cun, Mohamed M. O. Elhibir. 2019. Characterization of lightweight cement concrete with partial replacement of coconut shell fine aggregate. *A Springer Nature Journal. SN Applied Sciences*, Selangor, Malaysia.
- [2] K. Muthusamy, N. Nordin, G. Vesuvapateran, M. Ali, N.A. Mohd Annual, H. Harun dan H. Ullap. 2014. Exploratory Study of Rubber Seed Shell as Partial Coarse Aggregate Replacement in Concrete. *Research Journal of Applied Sciences Engineering and Technology* 7(6), pp 1013-1016.
- [3] Shela Yuhesti. 2014. Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tanjung Raja dan Conplast WP421. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol.2, No.3, September, pp 434-444.
- [4] Fuad Abutaha, Hashim Abdul Razak, Jegathish Kanadasan., 2016. Effect of palm oil clinker (POC) aggregates on fresh and hardened properties of concrete. *Construction and Building Materials* 112, pp. 416-423.
- [5] Aqil M. ALmusawi1, Zaid A. Alzaidi, Tamara A. Qasim. 2018. Effects of Soluble Lignocellulose Substances of Wood Particles on the Mechanical Properties of Lightweight Concrete. *International Journal of Engineering & Technology* 7, pp 377-381.
- [6] SNI 03-3449-2002. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran. Beton Ringan dengan. Agregat Ringan. *Badan Standar Nasional*.
- [7] SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Badan Standarisasi Nasional*.
- [8] SNI 03-1969-1990. Metode pengujian berat jenis agregat kasar. *Badan Standarisasi Nasional*.
- [9] SNI 03-1970-1990. Metode pengujian berat jenis agregat halus. *Badan Standarisasi Nasional*.
- [10] SNI 03-2417:2008. Metode Pengujian Abrasi Los Angeles. *Badan Standarisasi Nasional*.
- [11] SNI 03-4142-1996. Metode pengujian material lolos ayakan No.200. *Badan Standarisasi Nasional*.
- [12] SNI 03-2834-1993. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Normal. *Badan Standar Nasional*.
- [13] SNI 03-1972:2008, Cara uji slump beton. *Badan Standarisasi Nasional*.
- [14] SNI 03-1974-1990. Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder yang dicetak. *Badan Standar Nasional*.