

Studi Kelayakan Penggunaan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Mutu Beton

Haris^{a*}

^aFakultas Teknik, Universitas Madako, Jl. Kampus UMADA 94513, Tolitoli, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: haris.umada@gmail.com

Received: 7 August 2020; revised: 28 August 2020; accepted: 31 August 2020

Abstract: In the current era of globalization, the development of concrete in the construction sector is very rapid, be it housing, offices, bridges, roads, dams, ports, and others. That is inseparable from the use of concrete as a part of building construction. The use of coarse aggregate for concrete mixes, namely natural stone, is a non-renewable natural resource. Therefore an alternative is needed as a substitute. One of the natural resources that can be renewed is hazelnut skin. Candlenut is a traditional plant that has various benefits, one of which is a candlenut shell. In this study, the materials used for standard concrete mixtures consist of water, cement, fine aggregate, and coarse aggregate. The water used for mixing the concrete is taken from the PDAM channel. The results showed that the effect of candlenut shells used as a substitute for some coarse aggregate decreased compressive strength results from the results of standard concrete compressive strength. The results obtained by the value of standard concrete compressive strength at 28 days of concrete were 27.19Mpa for concrete using Candlenut shells of 20% produce a compressive strength value of 17.33 Mpa at 28 days of concrete. 35% produce a concrete compressive strength value of 16.04 Mpa, while 50% produce a concrete compressive strength value of 15.17 Mpa. Thus the research shows that more and more candlenut shells are being used as a substitute for coarse aggregate in the concrete mixture.

Keywords: *pecan shell, coarse aggregate, compressive strength.*

Abstrak: Pada era globalisasi saat ini perkembangan beton dalam bidang konstruksi sangat pesat baik itu perumahan, perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, pelabuhan, dan sebagainya. Hal ini tidak terlepas dari penggunaan beton sebagai salah satu bagian konstruksi bangunan. Penggunaan agregat kasar untuk campuran beton yaitu batu alam merupakan sumber daya alam yang tidak dapat di perbaharui, oleh karena itu di perlukan alternatif lain sebagai pengganti. Salah satu sumber daya alam yang dapat di perbaharui adalah kulit kemiri. Kemiri merupakan salah satu tanaman tradisionalnya yang memiliki berbagai macam manfaat salah satunya cangkang kemiri. Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan untuk campuran beton normal yang terdiri dari air, semen, agregat halus dan agregat kasar. air yang digunakan untuk mencampur beton diambil dari saluran PDAM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh cangkang kemiri yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar memberikan hasil kuat tekan yang semakin menurun dari hasil kuat tekan beton normal, dimana hasil yang diperoleh nilai kuat tekan beton normal pada umur beton 28 hari sebesar 27,19Mpa untuk beton yang menggunakan cangkang kemiri sebesar 20% menghasilkan nilai kuat tekan 17,33 Mpa pada umur beton 28 hari, dan 35% menghasilkan nilai kuat tekan beton 16,04 Mpa, sedangkan 50% menghasilkan nilai kuat tekan beton 15,17 Mpa, dengan demikian penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak cangkang kemiri yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar terhadap campuran beton.

Kata kunci: *cangkang kemiri, agregat kasar, kuat tekan.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan telah lama dikenal dan paling banyak digunakan secara luas oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan beton memiliki keunggulan-keunggulan dibanding material struktur lainnya yakni memiliki kuat tekan yang tinggi, sifat mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, bahan dasar penyusun beton mudah didapatkan dan mudah dalam perawatan, beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api [1].

Beton merupakan bahan campuran (*composite*) yang disusun oleh elemen pembentuk yang terdiri dari, semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, atau bahan tambah lainnya. Bahan-bahan dasar pembentuk beton ini akan saling mempengaruhi satu sama lain dalam pencapaian kuat tekannya. Di mana agregat kasar selalu memiliki porsi perbandingan campuran yang paling banyak di bandingkan

bahan lainnya, sehingga peranan agregat kasar diduga akan sangat menentukan karakteristik dari beton yang akan dibuat. Kekuatan beton juga dikontrol oleh efektifitas antara agregat dengan semen. Dalam kondisi kering, semen dapat mengalami penyusutan. Jika agregat yang digunakan memiliki kekuatan yang tinggi, gejala penyusutan pada semen dapat minimasi dan antara semen-agregat bisa terikat dengan baik [2].

Pada era globalisasi saat ini perkembangan beton dalam bidang konstruksi sangat pesat baik itu perumahan, perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, pelabuhan, dan sebagainya. Hal ini tidak terlepas dari penggunaan beton sebagai salah satu bagian konstruksi bangunan. Penggunaan agregat kasar untuk campuran beton yaitu batu alam (sumber daya alam bukan mineral ataupun logam) merupakan sumber daya alam yang tidak dapat di perbaharui, oleh karena itu di perlukan alternatif lain sebagai pengganti. Salah satu sumber daya alam yang dapat di perbaharui adalah kulit kemiri. Kemiri merupakan salah

satu tanaman tradisionalnya yang memiliki berbagai macam manfaat salah satunya cangkang kemiri dapat digunakan sebagai campuran beton [3].

Penggunaan bahan cangkang kemiri sebagai agregat kasar dalam campuran bisa meningkatkan sifat semen sebagai bahan pengikat dalam campuran beton. Beton mutu baik merupakan beton yang membutuhkan semen dan agregat yang berkualitas baik dalam penggunaan semen, beton mutu baik perlu menggunakan semen yang banyak untuk meningkatkan kuat tekan pada beton. Penggunaan cangkang kemiri bisa membuat beton mutu baik lebih ekonomis, dikarenakan cangkang kemiri lebih murah dibandingkan dengan biaya beton mutu tinggi yang menggunakan agregat alam.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana pengaruh penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton terhadap kuat tekannya?
- 2) Bagaimana kelayakan penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton terhadap kuat tekannya?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton terhadap kuat tekannya.
- 2) Untuk mengetahui kelayakan penggunaan cangkang kulit kemiri sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton terhadap kuat tekannya.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan diatas, maka penelitian yang akan dilakukan ialah uji laboratorium untuk mengetahui pengaruh pememfaatan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini di batasi pada hal-hal berikut:

- 1) Tidak dilakukan penelitian secara mendalam terhadap sifat-sifat kimia dalam cangkang kemiri.
- 2) Kulit kemiri yang di gunakan dalam kondisi lapangan
- 3) Mutu beton yang direncanakan $f_c' = 20$ Mpa
- 4) Ukuran maksimum agregat kasar (cangkang kemiri) tidak di tentukan
- 5) Variasi penambahan cangkang kemiri sebesar 20%, 35%, dan 50% terhadap volume agregat kasar
- 6) Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari.
- 7) Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli.

1.5. Manfaat Penelitian

- 1) Memberikan wawasan kepada masyarakat bahwa selain digunakan sebagai bahan bakar pengganti kayu cangkang kemiri juga bisa digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton.
- 2) Memberikan referensi kepada peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian tentang beton dari cangkang kemiri.

1.6. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang cangkang kemiri suda pernah dilakukan sebelumnya tapi sejauh penelusuran yang di lakukan oleh peneliti belum ada yang sama dengan penelitian yang peneliti lakukan. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan cangkang kemiri antara lain :

- 1) Andreas Ivo Jangin, melakukan penelitian tentang “Studi Experimental Beton Ramah Lingkungan Menggunakan Kulit Kemiri Sebagai Agregat Kasar” [4].
- 2) Nirmawaty Sihaloho melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” [5].

1.7. Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang berbasis perekat semen, dan agregatnya berupa pasir dan batu (kerikil). Sifat beton yang paling sering diamati adalah sifat mekaniknya yaitu kekuatan tekan dan kekuatan tariknya. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan – bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan daya tekan beton (*in a state of compression*) seperti yang tercantum dalam perencanaanya [3].

Beton mempunyai nilai kuat tekan relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan merupakan bahan bersifat getas, nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Kuat tekan adalah sifat yang penting pada beton. Jika kuat tekan beton tinggi, maka beton tersebut memiliki sifat-sifat lain yang baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah nilai faktor air semen, cara pengerjaan, ukuran agregat, gradasi agregat, umur beton, dan kualitas dari bahan penyusun [6].

1.8. Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa yang berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90% – 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Fungsi agregat adalah sebagai material pengisi dan biasanya menempati sekitar 75% dari isi total beton, karena itu pengaruhnya besar terhadap sifat dan daya tahan beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus [6].

1.9. Campuran Beton

Beton merupakan material utama yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi diseluruh dunia. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat. Campuran tersebut bila dituangkan dalam cetakan dan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen yang

berlangsung selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir), dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen) [7].

Banyaknya pemakaian beton sebagai salah satu bahan konstruksi disebabkan karena beton terbuat dari bahan-bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai dengan keadaan situasi pemakaian tertentu. Beton yang berkualitas jika beton mempunyai sifat mekanik dan ketahanannya yang baik. Sifat mekanik beton yang paling penting adalah kuat tekan [8].

Jika kita ingin membuat beton berkualitas baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama bagaimana cara-cara untuk memperoleh adukan beton (beton segar) yang baik dan beton (beton keras) yang dihasilkan juga baik. Kekuatan, keawetan dan sifat beton serta lainnya bergantung pada sifat bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan [9].

1.10. Faktor yang Menentukan Keberhasilan dalam Pembuatan Beton

Ada beberapa faktor yang bisa menentukan keberhasilan dalam membuat beton diantaranya adalah [10-11]:

1) Keadaan semen

Keadaan semen yang dimaksud disini adalah semen yang digunakan apakah masih baru atau sudah lama tidak digunakan (sudah terbuka terlalu lama). Untuk semen yang sudah terlalu lama tidak digunakan tidak baik untuk bahan pembuatan beton, karena sudah terkontaminasi dengan zat lain yang bisa mempengaruhi kekuatan beton.

2) Faktor air semen (fas)

Berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur 28 hari, ditetapkan nilai fas dengan gb.7.8. Faktor air semen yang rendah, merupakan faktor yang paling menentukan dalam menghasilkan beton mutu tinggi, dengan tujuan untuk mengurangi seminimal mungkin porositas beton yang dihasilkan. Dengan demikian semakin besar volume faktor air semen semakin rendah kuat tekan betonnya. Agar beton tidak cepat rusak maka ditetapkan nilai fas maksimum

3) Kualitas agregat halus (pasir)

Kualitas agregat halus yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah berbentuk bulat, tekstur halus serta kandungan lumpur pada pasir 2,5% bersih.

4) Kualitas agregat kasar

Kualitas agregat kasar yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

a) Porositas rendah.

Porositas rendah akan menghasilkan suatu adukan yang seragam, dalam arti mempunyai keteraturan

atau keseragaman yang baik pada mutu (kuat tekan) maupun nilai *slump*nya. Akan sangat baik bila bisa digunakan agregat kasar dengan tingkat penyerapan air yang kurang dari 1%. Bila tidak, hal ini bisa menimbulkan kesulitan dalam mengontrol kadar air total pada beton segar. Kadar lumpur untuk agregat kasar sebesar 1%

b) Bentuk fisik agregat

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa batu pecah dengan bentuk yang tajam ternyata menghasilkan mutu beton yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kerikil bulat. Hal ini tidak lain adalah karena bentuk yang tajam bisa memberikan daya lekat mekanik yang lebih baik antara batuan dan mortar. Untuk agregat kasar tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan bahan-bahan untuk campuran beton normal yang terdiri dari air, semen, dan agregat kasar. Air yang digunakan untuk mencampur beton diambil dari saluran PDAM. Untuk agregat kasar digunakan batu pecah dan juga cangkang kemiri dengan variasi (Gambar 1):

- Batu pecha 100 % dan cangkang kemiri 0 %.
- Batu pecah 80 % dan cangkang kemiri 20 %.
- Batu pecah 65 % dan cangkang kemiri 35 %.
- Batu peca h50 % dan cangkang kemiri 50 %.

Sementara benda uji beton di buat sebanyak 16 buah, untuk mengetahui pengaruh pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton, maka di buat 4 variasi komposisi campuran beton menggunakan cangkang kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar

2.2. Waktu Penelitian

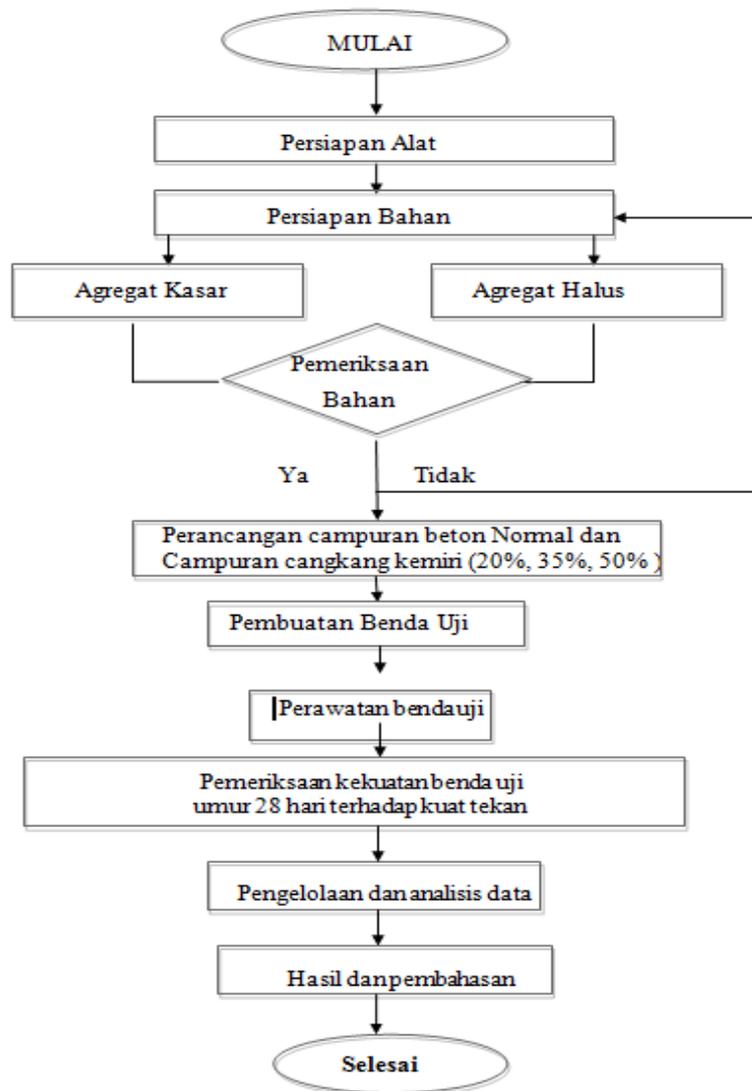
Dari tahap awal penelitian ini dimulai dari bulan september dan direncanakan akan selesai pada bulan Oktober 2019.

2.3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Kubus yang berukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm, digunakan untuk mencetak benda uji kuat tekan.
- Mesin abrasi Los Angeles, alat simulasi keausan dengan bentuk dan ukuran tertentu terbuat dari plat baja berputar dengan kecepatan tertentu.
- Mesin pengaduk campuran (*Concrete Mixer*), digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton
- Saringan, Alat ini digunakan untuk mengukur gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat kasar dan agregat halus.
- Timbangan, digunakan untuk mengukur berat bahan campuran beton dan berat benda uji silinder.
- Conical mould* dengan ukuran diameter atas 3.8 cm, diameter bawah 8.9 cm, tinggi 7.6 cm, lengkap dengan alat penumbuk. Alat ini digunakan untuk mengukur keadaan SSD agregat halus.

7) Oven dengan temperatur 220 °c yang digunakan untuk mengeringkan agregat.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

- 8) Mesin uji tekan, Alat ini digunakan untuk menguji kuat tekan beton . Dalam penelitian ini akan dipakai *Compression Testing Machine* (CTM).
- 9) Alat Bantu, Selama proses pembuatan benda uji digunakan beberapa alat bantu diantaranya adalah ember, sendok semen, mistar dan gayung.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Semen Portland (PPC) Type I.
- 2) Cangkang kemiri
- 3) Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang berasal dari PT. Permata Dwi Kwarray.
- 4) Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal Ex. S. Kalangkangan
- 5) Air dari Laboratorium Dinas pekerjaan umum dan penataan ruang kabupaten Toil-toli.

2.4. Tahap Penyiapan Bahan

Tahap persiapan bahan pada penelitian ini meliputi pemeriksaan agregat kasar yang berupa kerikil dan batu

pecah serta agregat halus menggunakan Pasir sedangkan air dari sumber yang ada dilaboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli

2.5. Tahap Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan ini bertujuan untuk memperoleh bahan-bahan yang memenuhi persyaratan. Dalam tahap ini difokuskan pada bahan campuran beton. Adapun pemeriksaan yang akan dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut:

- 1) Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (SNI 03-1968-1990)
- 2) Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Abrasi Los Angeles (SNI 03-2417-1991).

2.6. Perancangan Campuran beton (Concrete Mix Design)

Concrete Mix Design adalah proses menentukan komposisi campuran adukan beton berdasarkan data-data dari bahan dasar untuk beton. Dalam penelitian ini menggunakan SNI 03-2834-2000 tentang cara-cara pembuatan rancangan campuran beton normal [12-15].

2.7. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dibuat terdiri dari kubus dengan diameter 150 mm, lebar 150 mm dan tinggi 150 mm, sebanyak 16 buah benda uji dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 1. Benda Uji

Jumlah benda uji sesuai campuran				Ket
Benda	20% kemiri	35% kemiri	50% kerikil	Normal
Uji	80% batu pecah	65% batu pecah	50% batu pecah	
Jumlah benda uji	4	4	4	
Jumlah total	4	4	4	4 16

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemeriksaan

Hasil uji kuat tekan masing-masing campuran beton dengan varian pengganti sebagian agregat kasar dengan cangkang kemiri di umur 28 hari diberikan pada Table 3. Hasil yang ditampilkan disini merupakan nilai rata-rata dari benda uji yang telah memenuhi syarat. Pemeriksaan sifat-sifat fisik material meliputi : pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles, kotoran organik dalam pasir, berat jenis dan penyerapan agregat kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus, berat isi agregat, kadar air agregat, kadar lumpur agregat halus, analisa saringan agregat kasar dan halus.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapat hasil seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan sifat fisik material

No.	Pemeriksaan	Nilai	Spesifikasi
1	Abrasi agregat kasar a. Batu pecah	23.48%	<50%
2	Kotoran organik pasir	No.2	< No.3
3	Berat Jenis (SSD) a. Batu Pecah b. pasir	2.66 2.54	2.5 > 2.5 >
4	Penyerapan a. Batu Pecah b.Pasir	0.60 1.70	3% 5%
5	Berat isi a. Batu Pecah b. Pasir	1.250 1.523	
6	Kadar lumpur a. Agregat halus	2.70 %	5%
7	Analisa saringan a. Agregat kasar b. Agregat halus	Terlampir Terlampir	

Hasil pemeriksaan fisik material adalah sebagai berikut:

1) Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus yang diperlihatkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kedua agregat tersebut dapat

digunakan sebagai bahan campuran beton. Berat jenis agregat yang digunakan mempengaruhi tingkat kekerasan agregat sebab semakin tinggi berat jenis suatu agregat berarti agregat tersebut mempunyai kerapatan atom-atomnya yang semakin rapat, yang berarti bahwa kekerasan agregat semakin tinggi, sebab berat jenis itu sebanding dengan tingkat kekerasan agregat. Agregat yang mempunyai berat jenis yang tinggi akan menghasilkan kepadatan beton yang tinggi.

2) Abrasi Agregat Kasar.

Hasil pemeriksaan abrasi agregat kasar seperti yang terlihat pada Tabel 2 bahwa agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton karena memenuhi syarat untuk keausan agregat, yaitu kurang dari 50 %. Kekerasan agregat diperlukan oleh karena waktu pembuatan beton, agregat ini harus mengalami gesekan-gesekan dan benturan yang cukup keras dalam mesin pengaduk (*mixer*), juga pada saat pengecoran dan pemadatan beton. Selain itu kekuatan beton dapat pula dipengaruhi oleh kekuatan agregat pembentuknya.

3) Berat Isi Agregat.

Hasil pemeriksaan berat isi agregat yang diperlihatkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kedua agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Semakin tinggi berat isi suatu agregat berarti agregat tersebut mempunyai susunan butiran yang lebih padat. Sifat berat isi sangatlah mempengaruhi kekuatan beton.

4) Kotoran Organik.

Hasil pemeriksaan kotoran organik agregat halus yang diperlihatkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, karena kotoran organik agregat halus tidak melampaui warna standar diatas warna No. 3, kotoran organik agregat halus tergolong warna standar No. 2. Kotoran organik dapat berupa bahan-bahan yang telah membusuk seperti humus atau tanah yang mengandung bahan organik.

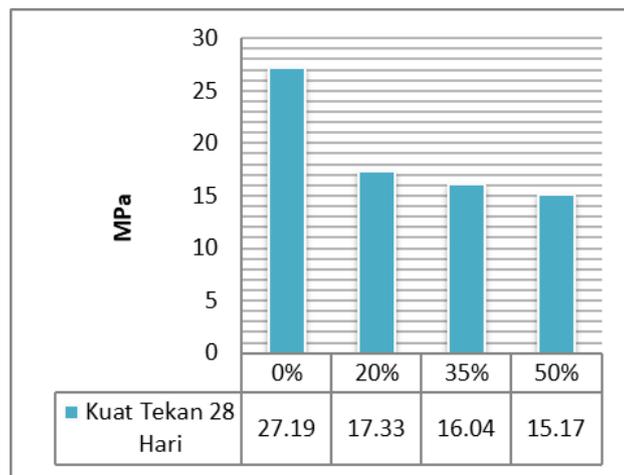
3.2. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton normal dengan karakteristik K 225 (dengan tambahan cangkang kemiri). Pada penelitian ini, pengujian kuat tekan dilakukan setelah 28 hari dari pembuatan benda uji. Dari hasil pengujian kuat tekan Berdasarkan pada Tabel 3 dan Gambar 2 tersebut di peroleh hubungan dari beton normal dan beton yang di campur dengan cangkang kemiri. Massa beton normal yaitu sebesar 8187,9 gram dan massa beton dengan campuran cangkang kemiri sebanyak 20% 7701,3 dan massa beton dengan campuran cangkang kemiri 35% 73,89,7 serta 50% 7221,7 gram. hasil dari kuat beton normal sebesar 27,19 Mpa dan kuat tekan beton yang di campur cangkang kemiri 50% mencapai kuat tekan beton terenda yakni mengalami penurunan 15,17 MPa. Penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak cangkang kemiri yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap campuran beton maka semakin menurun nilai kuat tekannya.

Tabel 3. Nilai kuat tekan campuran beton normal dan campuran beton menggunakan cangkang kemiri pada umur 28 hari

Bahan	Komposisi cangkang kemiri (%)	Kuta Tekan Beton (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Beton (MPa)	Massa Beton (gr)
Normal	0	334.03	27.19	8187.9
Campuran	20	212.84	17.33	7701.3
Cangkang	35	196.94	16.04	7389.7
Kemiri	50	186.33	15.17	7221.7

Ket. VS = Volume Semen, VP = Volume Pasir, VB = Volume Batu Pecah (VS :5,635 gram, VP : 10,601 gram, VB : 15,901).



Gambar 2. Hubungan antara persentase campuran menggunakan cangkang kemiri terhadap nilai kuat tekan di umur beton 28 hari

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Dengan mengganti sebagian agregat kasar dengan cangkang kemiri sebanyak 50% pada agregat terjadi penurunan kuat tekan yaitu 15,17 MPa dari beton normal yang kuat tekannya mencapai 27,19 MPa (terjadi penurunan 44,207%). Hal ini disebabkan kurangnya daya ikat antara semen dan pasir. Berat jenis kulit kemiri naik ke permukaan beton saat proses pemadatan menggunakan alat bantu berupa batu. Hal ini menyebabkan permukaan beton tidak rata, kulit kemiri yang naik ke permukaan menyebabkan kekuatan pada permukaan beton menjadi sangat lemah. Pada proses pengujian kuat tekan beton, permukaan beton yang dapat tekanan lebih cepat mengalami retakan dan membuat daya tekan pada beton mengalami penurunan yang sangat besar. Hal ini di sebabkan berat kulit kemiri yang jauh lebih ringan dibandingkan berat batu pecah yang membuat berat beton menjadi lebih ringan. Dari hasil yang di dapatkan mengganti sebagian agregat kasar dengan cangkang kemiri tidak memperoleh kuat tekan yang di inginkan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka ada beberapa hal yang dapat disarankan :

1) Untuk mendapatkan mutu beton yang baik maka dalam pelaksanaan penelitian benar benar memperhatikan spesifikasi setiap pengujian dengan baik dan teliti

2) Perlu dilalukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh kenaikan kekuatan beton dengan memperhatikan komposisi cangkang kemiri terhadap campuran beton

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik kedepannya hendaknya dilanjutkan lagi penelitian ini oleh peneliti-peneliti selanjutnya

Daftar Pustaka

- [1] L.J. Murdock, K.M. Brook, and S. Hindarko, *Bahan dan Praktek Beton*, Jakarta: Erlangga, 1986.
- [2] G. Nawy, and G. Edward, *Beton Bertulang*, Bandung: PT. Eresco, 1999.
- [3] T. Mulyono, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Andi, 2003.
- [4] A.I. Jangin, *Studi Eksperimental Beton Ramah Lingkungan Menggunakan Kulit Kemiri Sebagai Agregat Kasar (Tugas Akhir)*, Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 2016.
- [5] N. Sihalo, *Pengaruh Penambahan cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Medan:Departemen Teknik Sipil, Universitas Negeri Medan, 2017.
- [6] T. Kwan, *Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Beton*, Medan: Departemen Teknik Sipil USU, 2018.
- [7] Anonim, *Annual Books of ASTM Standards: Concrete and Aggregates 04.02*, Philadelphia: ASTM, 1991.
- [8] R. Dewi, *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Cangkang Kemiri Terhadap Sifat Mekansis Beton*, Medan: Departemen Teknik Sipil USU, 2018.
- [9] T. Kwan, *Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Beton*, Medan: Departemen Teknik Sipil USU, 2018.
- [10] J.M. Cormac, *Desain Beton Bertulang*, Edisi Kelima-Jilid 2, Jakarta: Erlangga, 2004.
- [11] M. Mustika, *Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat dalam Campuran Beton (Tesis)*, Yogyakarta: Program Magister Studi Teknik Sipil, 2015.
- [12] B.M. Nainggolan, and A.M. Siregar, "Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Terhadap Kuat Tekan dan Retakan Beton Pasca Bakar," *Jurnal Einstein*, vol.3, no. 1, p. 9, 2015.
- [13] M. Mulyati, and A. Adman, "Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton Normal", *Jurnal Teknik Sipil ITP*, vol. 6, no. 2, p. 38, 2019.
- [14] M.A.B. Minanulloh, Y. Cahyo, and A. Ridwan, "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kemiri Terhadap Kuat Tekan Beton K-300", *Jurmateks*, vol. 3, no. 1, p. 12, 2020.
- [15] M. Hudori, "Desain Rancangan Percobaan Pada Pengujian Kuat Tekan Beton Berbahan Campuran Cangkang Kemiri", *Jurnal Rab Construction Research* vol. 4, no. 1, p. 12, 2019.