



ANALISIS KARAKTERISTIK BETON MENGGUNAKAN TEMPURUNG KELAPA PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DENGAN MUTU FC 20 MPA

**Sartan Nento¹, Julius Tri Octavian R. Abdullah², Nurhayati Doda³, Muh. Ramdhan Oliy⁴, Rahman A Djau⁵*

¹²³⁴⁵ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo

Jl. Ahmad A. Wahab, No. 247 Limboto, Kab. Gorontalo, Telp./ Fax. (0435) 881369, (0435) 880370

E-mail: **Sartannento49@gmail.com¹, juliustorabdullah13@gmail.com², kakaramdhanolii@gmail.com⁴, rahmandjau92@gmail.com⁵*

Abstrak: Analisis Karakteristik Beton Menggunakan Tempurung Kelapa Pengganti Sebagian Agregat Kasar Dengan Mutu Fc 20 MPA. Teknologi bahan serta teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pengerjaan di lapangan. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan ganti atau bahan tambah, Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti yaitu pecahan tempurung kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik, nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yang telah menggunakan pecahan tempurung kelapa pengganti sebagian agregat kasar pada kadar 3%, 5.5%, 7.5%, 9.5% dan 11.5%. Pengumpulan data dilakukan dengan uji Laboratorium berdasarkan SNI 2012. Analisis data dilakukan dengan menghitung rata-rata hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan SNI-7656 2012. Dari hasil penelitian pada kadar 3% tempurung kelapa didapatkan nilai kuat tekan 20.66 MPA di bandingkan dengan kuat tekan beton normal rencana menurut SNI 7656: 2012 yaitu 20 MPA mengalami kenaikan sebesar 3.3%. Jadi dengan menggunakan Pecahan tempurung kelapa sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar pada campuran beton dapat menghasilkan nilai kuat tekan beton lebih tinggi daripada kuat tekan yang direncanakan.

Kata kunci :Tempurung Kelapa; Agregat Kasar; Beton

Abstract: Analysis of Concrete Characteristics Using Coconut Shell as Partial Substitute for Coarse Aggregate with Fc Quality 20 MPA. Material technology and implementation techniques obtained from the results of research and experiments are intended to answer the increasingly high demands on the use of concrete and overcome obstacles that often occur in field work. Improving the quality of concrete can be done by providing substitute materials or added materials. One alternative material that can be used as a substitute is coconut shell fragments. This study was conducted to determine the characteristics of the compressive strength of concrete at the age of 28 days using coconut shell fraction as a partial replacement for coarse aggregate at levels of 3%, 5.5%, 7.5%, 9.5% and 11.5%. Data collection was carried out by laboratory tests based on SNI 2012. Data analysis was carried out by calculating the average test results and then compared with SNI-7656 2012. From the results of the study at the level of 3% coconut shell, the compressive strength value of 20.66 MPA was compared with the compressive strength of normal concrete. The plan according to SNI 7656: 2012 which is 20 MPA increased by 3.3%. Therefore, by using coconut shell fragments as a partial substitute for coarse aggregate in the concrete mixture, it can produce a higher compressive strength value of concrete than the planned compressive strength.

Keywords: coconut shell; Coarse Aggregate; Concrete

History & License of Article Publication:**Received:** 09/07/2022 **Revision:** 23/08/2022 **Published:** 31/12/2022

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i2.278>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Pembangunan bidang konstruksi Indonesia yang sangat meningkat, umumnya material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton dengan perpaduan baja atau berbagai jenis lainnya (Siregar & Nurmaidah., 2016), Pertumbuhan dunia konstruksi akan berbanding lurus dengan kebutuhan material konstruksi (Olii et al., 2021). Beton adalah salah satu unsur dalam konstruksi, dengan beton dibangun bendungan, pipa saluran, pondasi, basement bangunan gedung pencakar langit maupun jalan raya (Nugraha & Antoni, 2004). Di wilayah tertentu untuk mendapatkan material, khususnya agregat kasar dan agregat halus sebagai material utama dalam pembuatan beton itu sangat sulit di temukan. (Akbar et al., 2014).

Daerah yang memiliki tingkat agregat yang di produksi mencapai 2 miliar ton pertahunnya, yaitu Amerika Serikat (Reddy et al., 2014), Demikian pula, konsumsi agregat primer adalah 110 juta ton di Inggris pada tahun 1960 dan mencapai hampir 275 juta ton pada tahun 2006 (Reddy et al., 2014). Pembaruan terus di lakukan untuk meningkatkan kualitas beton dengan mencari jenis pengganti material angregat kasar, angregat halus maupun semen (Jacky et al., 2018).

Bahan pengganti agregat adalah bahan yang sangat mudah di temukan dan gampang diolah (Jacky et al., 2018), Negara Indonesia sudah dikenal sebagai penghasil sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan, salah satunya kelapa yang sering kita jumpai di berbagai macam daerah. Umumnya buah kelapa dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan batoknya digunakan bahan pembakaran. Berdasarkan infomasi data dari Kementrian Pertanian Indonesia pada tahun 2015 produktifitas kelapa di Indonesia sebanyak 2.920.665 buah (Jacky et al., 2018).

Produktifitas kelapa setiap tahunnya akan berbanding lurus dengan limbah tempurung kelapa yang dihasilkan. Tempurung kelapa memiliki struktur yang keras dan tebal karena tersusun atas jaringan *sklerenkim* berupa *sklereida* yang dinding sel sekundernya mengandung lignin yang tebal dan keras sehingga tahan terhadap tekanan dan benturan, menurut penelitian Chereminisoff salah satu unsur penyusun tempurung kelapa adalah *lignin* sebesar 29.4% (Suhartana, 2007).

(Kurniawan et al., 2017) meneliti Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa Pada Beton, (Akbar et al., 2014) meneliti Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100 dan (Jacky et al., 2018) meneliti Pengaruh Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik beton menggunakan tempurung kelapa sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan mutu fc 20 mpa.

METODE

Pada penelitian ini dilakukan pengujian bahan dan pengujian kuat tekan beton di konversi umur 28 hari, Lokasi penelitian di Laboratorium Terpadu Struktur dan Bahan di Universitas Gorontalo. Sebelum melaksanakan pencampuran bahan sebagai penyusun beton, peneliti terlebih dahulu melakukan pemeriksaan material untuk bahan campuran beton sesuai standar SNI agar dapat menghasilkan beton yang sesuai perencanaan.

1. Tata cara pemilihan tempurung kelapa agar masuk dalam mutu beton yang di rencanakan :
 - (1) Tempurung kelapa adalah tempurung kelapa pilihan, yang memiliki tekstur keras yang di ambil dari hasil kopra.
 - (2) Tempurung kelapa harus dibersihkan dari serabut yang menempel agar tidak mengurangi mutu beton yang direncanakan
 - (3) Tempurung kelapa dipecahkan menggunakan manual tidak menggunakan alat mesin agar permukaan tempurung kelapa tidak hancur lebih halus
 - (4) Tempurung kelapa menggunakan yang lolos saringan 1" dan tertahan pada saringan No. 4 kemudian direndam pada air untuk mengeluarkan sisa tempurung yang ringan kemudian dikeringkan pada sinar matahari selama 2 hari agar perencanaan campuran beton lebih maksimal.
2. Pengujian Karakteristik Agregat Halus, Agregat Kasar dan Tempurung Kelapa
 - a) Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan tempurung kelapa berdasarkan SNI 1969
 - b) Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus berdasarkan SNI 1970
 - c) Pengujian analisis saringan agregat halus, kasar dan tempurung kelapa berdasarkan SNI 1968
 - d) Pengujian beratisi, volume produksi campuran dan kadar udara beton berdasarkan SNI 1973
 - e) Pengujian kadar lumpur agregat kasar, halus dan tempurung kelapa berdasarkan SNI 1967
 - f) Pengujian kadar air agregat kasar, halus dan tempurung kelapa berdasarkan SNI 1971
 - g) Pengujian keausan agregat kasar dan tempurung kelapa berdasarkan SNI 1991
3. Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan bermassa formula berdasarkan SNI 7656.
4. Cara pengujian *slump* berdasarkan SNI 1972.
5. Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di Laboratorium berdasarkan SNI 2493. Pembuatan benda uji beton kubus menggunakan lima variasi tempurung kelapa terhadap agregat kasar, yaitu 3%, 5,5%, 7,5%, 9,5% dan 11,5%.

6. Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji kubus berdasarkan SNI 1974. Benda uji kubus yang digunakan untuk masing-masing variasi berjumlah 20 sampel, dimana pengujian kuat tekan dilakukan pada konversi umur 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian material dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Gorontalo dengan menggunakan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian ini meliputi pengujian agregat, semen, pecahan tempurung kelapa, dan kuat tekan beton.

1. Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)

Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1	Modulus Kehalusan	8,24	5 - 8	-
2	Kadar Air	1,4	0,5 - 3,0	%
3	Kadar Lumpur	0,77	Maks 1	%
4	<i>Apparent spesific grafity</i>	3,68	-	-
5	<i>Bulk spesific grafity (SSD basic)</i>	2,65	-	-
6	<i>Bulk spesific grafity (on dry basic)</i>	2,60	-	-
7	<i>Absorbsi</i>	2,13	-	%
8	Keausan (<i>Abrasi</i>)	24,24	Maks 27	%
9	Berat Volume	1639	-	kg/m ³

Sumber hasil pengujian 2022

Pengujian terhadap agregat kasar (Kerikil) meliputi pengujian berat jenis (*specific gravity*), modulus kehalusan, kadar air, kadar lumpur, berat volume dan keausan (*abrasi*), untuk kadar air, kadar lumpur dan abrasi masuk dalam spesifikasi dan untuk modulus kehalusannya melebihi dari spesifikasi yang di syaratkan. Dari pengujian menerangkan bahwa agregat kasar yang berasal dari sungai di Kelurahan Hutuo bisa dimanfaatkan untuk komposisi beton.

2. Pengujian Agregat Halus

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1	Modulus Kehalusan	2,88	1,50 - 3,80	-
2	Kadar Air	3,58	3 - 5	%
3	Kadar Lumpur	2,15	Maks 5	%
4	<i>Apparent spesific grafity</i>	2,81	-	-
5	<i>Bulk spesific grafity (SSD basic)</i>	2,63	-	-
6	<i>Bulk spesific grafity (on dry basic)</i>	2,69	-	-
7	<i>Absorbsi</i>	2,45	-	%
9	Berat Volume	1615	-	kg/m ³

Sumber hasil pengujian 2022

Untuk hasil pengujian agregat halus yang dilaksanakan dalam penelitian ini sama halnya dengan agregat kasar hanya saja pada pengujian agregat halus tidak ada pengujian

keausan (abrasi). Pengujian agregat halus yaitu meliputi pengujian berat jenis (*specific gravity*), modulus kehalusan, kadar air, kadar lumpur dan berat volume. Dari pengujian menerangkan bahwa agregat halus yang berasal dari sungai di kelurahan Hutuo bisa dimanfaatkan untuk komposisi beton, dimana angka modulus kehalusannya berada diantara 1,5 dan 3,8 yang merupakan spesifikasi modulus kehalusan untuk agregat halus, kadar airnya 3,58% dimana spesifikasinya 3% sampai dengan 5% dan untuk kadar lumpurnya sebesar 2,15% tidak melebihi spesifikasinya maksimal 5%

3. Pengujian Tempurung Kelapa

Tabel 3 Hasil Pengujian Tempurung Kelapa

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1	Modulus Kehalusan	7,04	5 - 8	-
2	Keausan (<i>Abrasi</i>)	4,92	Maks 27	%
3	Kadar Air	5,65	3 - 5	%
4	<i>Apparent spesific grafity</i>	1,43	-	-
5	<i>Bulk specific grafity (SSD basic)</i>	1,27	-	-
6	<i>Bulk specific grafity (on dry basic)</i>	1,07	-	-
7	<i>Absorbsi</i>	18,52	-	%
9	Berat Volume	560	-	kg/m ³

Sumber hasil pengujian 2022

Untuk pengujian tempurung kelapa metodenya sama dengan pengujian agregat kasar yaitu meliputi pemeriksaan modulus kehalusa, abrasi, kadar air, penyerapan (*Absorbsi*), *Apparent spesific grafity*, *Bulk specific grafity (SSD basic)*, *Bulk specific grafity (on dry basic)* dan berat volume. Dari hasil pengujian hampir semua yang disyaratkan dalam spesifikasi agregat kasar dipenuhi oleh tempurung kelapa. Untuk berat volume tempurung kelapa lebih kecil di dibandingkan agregat kasar yaitu 560kg/m³ atau hanya 34% dari berat volume agregat kasar

4. Mix Design

Tabel 4 Komposisi campuran beton

No.	Uraian	Satuan	Hasil
1	<i>Slump</i>	mm	75s/d100
2	Kuat tekan rencana (f'c)	Mpa	20.00
3	Perkiraan kebutuhan air pencampur	kg	192.6
4	Rasio air semen untuk beton berkekuatan fc 20 Mpa	-	0.69
5	Kadar semen	kg	279
6	Volume agregat kasar per satuan volume beton	m ³	0.66
7	Agregat kasar	kg	1087
8	Perkiraan awal berat beton segar	kg	2389.672
9	Agregat halus	kg	831
Perkiraan berat campuran untuk satu m³ kondisi kering			
10	Air	kg	193
11	Semen	kg	279
12	Agregat kasar (kering)	kg	1087
13	Agregat halus (kering)	kg	831
Perbandingan campuran terhadap kubikasi semen			
14	Air		0.811
15	Semen		1.000
16	Agregat halus		2.229
17	Agregat kasar		2.897

Sumber hasil pengujian 2022

Analisis Karakteristik Beton Menggunakan Tempurung Kelapa Pengganti Sebagian Agregat Kasar Dengan Mutu Fc 20 MPA (**Nento**)

Dari tabel 4 ditunjukkan hasil komposisi campuran beton (*mix design*) untuk beton berkekuatan f_c 20 Mpa berdasarkan (SNI 7656:2012, 2012), menggunakan semen tipe PC dengan *Slump* rencana 75mm – 100mm menurut (Van Gobel, 2019) bahwa nilai kuat tekan beton dapat dipengaruhi oleh variasi slump dengan penambahan jumlah air, ukuran nominal maksimal agregat kasar (kerikil) sebesar 25,4 mm, perkiraan udara terperangkap dalam beton sebesar 1,48%, modulus kehalusan agregat kasar dan halus adalah 8,24 dan 2,88, rasio air semennya sebesar 0,69 dengan syarat beton tanpa tambahan udara dan untuk berat volume agregat kasar, agregat halus, semen dan air berturut turut sebesar 1639 kg/m^3 , 1615 kg/m^3 , 1185 kg/m^3 dan 1000 kg/m^3 .

Tabel 5 Perbandingan Campuran Material Terhadap Berat

No	Material	beton normal	beton 3% T Kelapa	beton 5.5% T Kelapa	beton 7.5% T Kelapa	beton 9.5% T Kelapa	beton 11.5% T Kelapa
1	Air	14.19	14.49	14.73	14.93	15.12	15.32
2	Semen	20.73	20.73	20.73	20.73	20.73	20.73
3	T Kelapa	--	2.42	4.44	6.05	7.67	9.28
4	Agregat kasar	81.85	79.39	77.35	75.71	74.07	72.44
5	Agregat Halus	63.89	63.89	63.89	63.89	63.89	63.89

Sumber hasil pengujian 2022

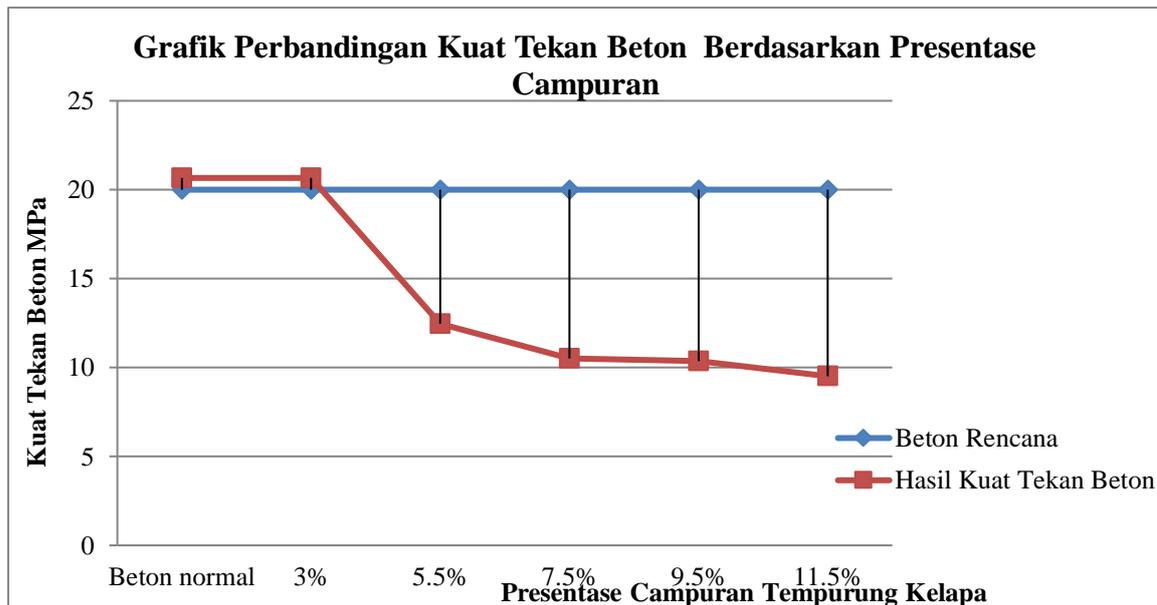
Tabel 4 menggambarkan tentang perbandingan campuran berdasarkan kubikasi semen, pada tabel 5 dikonversi menjadi perbandingan campuran terhadap berat untuk 20 sampel benda uji yang menggunakan kubus berukuran $15 \text{ cm}^3 \times 15 \text{ cm}^3 \times 15 \text{ cm}^3$. Variasi persentase tempurung kelapa yang digunakan untuk mengganti sebagian agregat kasar adalah 3%, 5,5%, 7,5%, 9,5%, dan 11,5% terhadap berat agregat kasar. Setiap variasi tempurung kelapa menggunakan 20 sampel benda uji kubus beton dan 20 sampel benda uji kubus beton untuk beton normal (agregat kasar tanpa pengganti) sehingga total benda uji kubus beton yang digunakan adalah 120 sampel. Limbah kaca yang perlu disiapkan untuk 100 benda uji kubus beton seberat 29,87 kg yang telah melewati pengujian spesifikasi agregat kasar.

5. Kuat Tekan Beton

Tabel 6 Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Variasi Agregat Kasar

Variasi	Presentase Campuran Tempurung Kelapa						Satuan
	0%	3%	5.5%	7.5%	9.5%	11.5%	
Umur Beton				28			Hari
Berat Beton Rata-rata	8.05	7.98	7.81	7.87	7.87	7.59	Kg
Kuat Tekan Beton Rerata	21.24	21.01	13.13	10.84	10.36	10.13	
Kuat Tekan Beton Karakteristik	20.66	20.65	12.45	10.52	9.58	9.51	Mpa
Batas Capai Kuat Tekan				20			

Sumber hasil pengujian 2022



Sumber hasil pengujian 2022

Gambar 1 Grafik Hubungan Kuat Tekan Terhadap Variasi Campuran Agregat Kasar

Dari tabel 6 dan gambar 1 dapat dilihat semakin besar penggantian agregat kasar dengan tempurung kelapa maka berat rata rata pada sampel uji kubus beton cenderung menurun yaitu rata rta sebesar 0,092 kg demikian juga terhadap kuat tekan beton semakin besar persentase penggantian sebagian agregat kasar dengan tempurung kelapa cenderung menurunkan kualitas beton. Namun pada persentase 3% tempurung kelapa, kuat tekan karakteristik beton sebesar 20.65 atau 3.3% diatas rencana mutu beton 20 Mpa.

Pembahasan Hasil Penelitian

Dari hasil rata rata pengujian kuat tekan beton diumur 28 hari, beton yang memiliki 3% pecahan tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan sebesar 20,65MPa, beton yang memiliki 5,5% pecahan tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan sebesar 12,45 MPa, dan untuk beton yang memiliki pecahan tempurung kelapa 7,5%, 9,5%, dan 11,5% masing-masing memperoleh nilai kuat tekan sebesar 10,52 MPa, 9,58 MPa, dan 9,51 MPa. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan diumur 28 hari yaitu beton yang memiliki varian 3% pecahan tempurung kelapa, akan tetapi mengalami penurunan kuat tekan beton pada varian 5,5%, 7,5%, 9,5% dan 11,5% pecahan tempurung kelapa. Dari hasil penelitian (Akbar et al., 2014) pengujian kuat tekan beton diumur rata-rata 28 hari untuk beton yang memiliki 5% tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan sebesar 73,33 Kg/cm², dan beton yang memiliki 7% pecahan tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan sebesar 65,56 Kg/cm².

Berdasarkan hasil dari peneliti terdahulu, menunjukkan semakin banyak varian yang di gunakan maka semakin rendah mutu beton. Tetapi pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada varian 3%, 5,5%, 7,5%, 9,5% dan 11,5% yang masuk pada mutu rencana adalah varian 3%. Karena pada penelitian ini menggunakan pecahan tempurung yang lolos saringan 1" dan tertahan pada saringan nomor 4, sehinganya tidak menutup kemungkinan semakin banyak varian yang digunakan, maka semakin rendah mutu beton

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan dan perhitungan, maka dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan Kuat tekan rata-rata optimum yang diperoleh pada perencanaan campuran beton untuk varian 3 % pecahan tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan 20,65 MPa atau naik dari mutu rencana sebanyak 3.3%. Hal ini membuktikan perencanaan campuran beton yang bervariasi 3% pecahan tempurung kelapa, mencapai kuat tekan yang direncanakan yaitu 20 Mpa sehinganya tempurung kelapa dapat digunakan akan tetapi perlu diperhatikan pada pengujian material dan cara pembuatan beton agar dapat mencapai mutu beton yang direncanakan. Dari hasil pengujian kuat tekan beton maka nilai rata-rata pada konversi umur 28 hari untuk beton yang memiliki 3% pecahan tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan sebesar 20,65 MPa, serta beton yang memiliki 5,5% pecahan tempurung kelapa memperoleh nilai kuat tekan sebesar 12,45 MPa, dan untuk beton yang memiliki pecahan tempurung kelapa 7,5%, 9,5%, dan 11,5% masing-masing memperoleh nilai kuat tekan sebesar 10,52 MPa, 10,36 MPa, dan 9,51 MPa. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan pada konversi 28 hari yaitu beton yang memiliki varian 3% pecahan tempurung kelapa akan tetapi mengalami penurunan kuat tekan beton pada varian 5,5%, 7,5%, 9,5% dan 11,5% pecahan tempurung kelapa.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan pecahan tempurung kelapa dari beberapa sumber yang berbeda dalam perencanaan pencampuran beton, dengan memperhatikan pengambilan material, pengujian material dan pembuatan beton agar dapat memenuhi mutu beton yang di rencanakan. Untuk penggunaan agregat kasar sebaiknya menggunakan agregat kasar yang angka modulus kehalusan masuk dalam spesifikasi. Dalam pembuatan campuran beton perlu diperhatikan pada saat pengadukan serta pematatannya, hal ini dikarenakan apabila dalam pengadukannya tidak terkontrol dengan baik serta dalam pematatannya pun kurang baik akan berpengaruh pada kuat tekan beton itu sendiri. Melakukan penelitian lanjutan mengenai uji kuat tekan beton dengan varian pecahan tempurung kelapa

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Ariyanto, A., & Edison, B. (2014). Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 1(1), 1–11.
- Jacky, Elnov, D., Debrinda Rama, A., Fernando, R., & Rachmansyah. (2018). Pengaruh Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, 07(26), 157–166.
- Kurniawan, F., Rasidi, N., & Prawandha, A. (2017). *Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa Pada Beton*. 143–152.
- Nugraha, P., & Antoni. (2004). *TEKNOLOGI BETON*. ANDI.
- Olii, M. R., Poe, I. E., Ichsan, I., & Olii, A. (2021). *AGREGAT HALUS UNTUK BETON RAMAH LINGKUNGAN mereduksi jumlah limbah kaca di Indonesia . Beberapa penelitian telah melakukan*. 11(1), 113–124. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29103/tj.v11i1.407>
- Reddy, B. D., Jyothy, S. A., & Shaik, F. (2014). Experimental Analysis of the Use of Coconut Shell as Coarse Aggregate. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 10(6), 06–13. <https://doi.org/10.9790/1684-1060613>
- Siregar, S., & Nurmaidah. (2016). PENGARUH PENGGUNAAN TEMPURUNG Analisis Karakteristik Beton Menggunakan Tempurung Kelapa Pengganti Sebagian Agregat Kasar Dengan Mutu Fc 20 MPA (Nento) <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

- KELAPA SEBAGAI PENAMBAH AGREGAT KASAR MUTU BETON F'C 17 Mpa TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Educational Building*, 2(1), 64–69. <https://doi.org/10.24114/eb.v2i1.6917>
- SNI 7656:2012. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. In *Badan Standarisasi Nasional*.
- Suhartana, S. (2007). Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Asinan Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 10(3), 67–71. <https://doi.org/10.14710/jksa.10.3.67-71>
- Van Gobel, F. M. (2019). Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu. *RADIAL – Jurnal Peradaban SaIns, Rekayasa Dan TeknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 5(1), 22–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.37971/radial.v5i1.140>