

Pengaruh Penggunaan Limbah Tempurung Kelapa pada Beton Mutu Rendah

Khairul Fiqri, Suhendra*, Wari Dony

Universitas Batanghari, Kota Jambi-36122, Indonesia

*Correspondence email: Suhendra@unbari.ac.id

ABSTRAK

Limbah tempurung kelapa merupakan salah satu jenis limbah organik yang banyak ditemukan di wilayah Jambi, namun hingga kini pemanfaatannya dalam bidang konstruksi masih minim. Penggunaan limbah tersebut sebagai pengganti sebagian kerikil pada beton mutu rendah berpotensi menjadi alternatif ramah lingkungan yang mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton mutu rendah serta mengevaluasi potensi penggunaannya sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk menilai apakah kuat tekan beton yang dihasilkan masih memenuhi standar SNI untuk beton mutu rendah. Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan variasi penambahan tempurung kelapa sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% dari total agregat kasar. Benda uji berupa silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari sesuai SNI 7656:2012, dan hasilnya dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tempurung kelapa yang ditambahkan, semakin menurun kuat tekan beton. Beton kontrol pada umur 28 hari memiliki kuat tekan sebesar 24,24 Mpa, sedangkan pada campuran dengan 7,5% tempurung kelapa hanya mencapai 17,02 MPa. Meskipun demikian, seluruh variasi campuran masih melampaui kuat tekan rencana minimum yaitu 15 MPa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan tempurung kelapa menyebabkan penurunan kuat tekan secara bertahap, namun hasilnya tetap berada dalam batas standar beton mutu rendah. Beton dengan campuran tempurung kelapa ini masih layak digunakan untuk pekerjaan non-struktural, asalkan pengendalian mutu dilakukan dengan cermat. Oleh sebab itu, pemanfaatan tempurung kelapa sebagai pengganti sebagian agregat kasar memiliki peluang untuk diterapkan secara terbatas dalam upaya pembangunan yang berwawasan lingkungan.

Kata Kunci:

Beton mutu rendah, tempurung kelapa, kuat tekan, substitusi kerikil, SNI 7656:2012.

ABSTRACT

Coconut shell waste is one or other abundant organic wastes found in the Jambi region; however, its utilization in the construction sector remains very limited. The use of coconut shells as a partial substitute for gravel in low-strength concrete offers an environmentally friendly alternative aligned with sustainable development principles. Therefore, this study was conducted to examine the effect of adding coconut shell material on the compressive strength of low-grade concrete and to assess its viability as a replacement for coarse aggregate. The study also aimed to determine whether the resulting concrete meets the compressive strength standards outlined in the Indonesian National Standard (SNI) for low-strength concrete. A quantitative experimental method was employed, with coconut shells incorporated into the concrete mix at 2.5%, 5%, and 7.5% of the total coarse aggregate. Cylindrical test specimens measuring 15 cm in diameter and 30 cm in height were prepared. Compressive strength tests were conducted at 7, 14, and 28 days following the procedures in SNI 7656:2012, and the data were analyzed descriptively using quantitative methods. The results showed that higher proportions of coconut shell substitution corresponded to a gradual decrease in compressive strength. The control concrete at 28 days reached 24.24 MPa, while the mixture containing 7.5% coconut shell achieved 17.02 MPa. Although a reduction in strength was observed, all mixtures still met the minimum design requirement of 15 MPa. In conclusion, the addition of coconut shells leads to a gradual decline in compressive strength, but the concrete remains within the acceptable range for low-strength applications. Concrete containing coconut shells can still be utilized for non-structural applications, provided that quality control is properly maintained. Hence, the use of coconut shell as a partial replacement for coarse aggregate holds potential for limited application in environmentally sustainable construction.

Keywords:

Low-strength concrete, coconut shell, compressive strength, coarse aggregate replacement, SNI 7656:2012.

PENDAHULUAN

Salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan kerikil dalam beton adalah dengan memanfaatkan limbah tempurung kelapa. Tempurung kelapa ialah limbah organik yang melimpah di Jambi, terutama di daerah-daerah yang memiliki perkebunan kelapa yang luas. Sayangnya, pemanfaatan tempurung kelapa masih terbatas sebagai bahan bakar alternatif atau kerajinan tangan, dan seringkali berakhir sebagai limbah yang tidak terkelola.

Material limbah tempurung kelapa yang dimanfaatkan dalam penelitian ini berasal dari kawasan perkebunan kelapa di Desa Lagan Ilir, Kecamatan Mendahara, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada fakta bahwa daerah ini merupakan salah satu pusat produksi kelapa terbesar di Jambi dan menghadapi permasalahan penumpukan limbah tempurung kelapa yang cukup tinggi.



Gambar 1. Kondisi Limbah

Limbah tempurung kelapa banyak menumpuk di sekitar area perkebunan dan sebagian besar belum dimanfaatkan, meskipun ada yang sudah dalam kondisi kering. Padahal, tempurung kelapa memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan alternatif dalam inovasi campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian agregat kasar (kerikil) dalam beton mutu rendah. Fokus utama kajian ini adalah menentukan apakah penambahan tempurung kelapa masih memungkinkan tercapainya kuat tekan beton yang memenuhi standar beton mutu rendah.

Sejumlah penelitian terdahulu, baik di tingkat nasional maupun internasional, telah membahas topik serupa. Salah satunya dilakukan oleh ****Utsev, J.T. dan Taku, J.K. (2012)****, yang menyimpulkan bahwa tempurung kelapa dapat digunakan untuk menggantikan hingga 18,5% agregat kasar tanpa menurunkan kuat tekan beton secara signifikan.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi celah penelitian, tujuan penelitian ini adalah: (1) Menganalisis pengaruh variasi penambahan tempurung kelapa sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap kuat tekan beton mutu rendah pada umur 7, 14, dan 28 hari; serta (2) Mengevaluasi kelayakan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan alternatif pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan beton mutu rendah. agar tetap memenuhi standar kuat tekan yang berlaku..

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk meneliti pengaruh penggunaan limbah tempurung kelapa sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton mutu rendah. Pendekatan eksperimen dipilih karena memungkinkan peneliti menelusuri hubungan sebab-akibat antarvariabel dengan kontrol yang ketat terhadap perlakuan serta kondisi lingkungan penelitian (Sugiyono, 2017).

Pengujian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan sampel beton berbentuk silinder dan mempunyai diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sesuai dengan standar nasional yang berlaku. Variasi campuran beton yang digunakan meliputi beton normal (0% tempurung kelapa) serta beton dengan substitusi agregat kasar sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5%. Setiap variasi campuran diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari guna memantau perkembangan kuat tekan beton selama tahap pengerasan. Pengujian kuat tekan tersebut dilaksanakan mengacu pada ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656:2012..

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode September 2024 hingga Februari 2025. Seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari persiapan material, proses pencampuran, pengecoran, perawatan (curing), hingga pengujian kuat tekan beton, dilaksanakan di Lab Teknik Universitas Batanghari Jambi yang beralamat di Jalan Letkol Slamet Riyadi, Broni – Jambi. Pemilihan laboratorium ini didasarkan pada kelengkapan fasilitas dan kemampuan teknis dalam melaksanakan pengujian beton sesuai standar.

Sumber Data dan Lokasi Pengambilan Material

Limbah tempurung kelapa yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari wilayah Desa Lagan Ilir, Kecamatan Mendahara, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Tempurung kelapa dipilih sebagai bahan substitusi karena ketersediaannya yang melimpah dan potensi penggunaannya sebagai agregat alternatif. Tempurung kelapa yang diperoleh diolah terlebih dahulu dengan cara digerus dan disaring hingga memiliki ukuran dan gradasi yang menyerupai agregat kasar. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen tipe Portland Composite Cement (PCC) merek Semen Padang, agregat halus berupa pasir dari Sungai Batanghari yang diperoleh melalui PT. Muria Beton, serta agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran 1–2 cm. yang bersumber dari wilayah Bojonegara. Air yang digunakan untuk proses pencampuran dan perawatan beton berasal dari PDAM Laboratorium Teknik Universitas Batanghari Jambi, dengan karakteristik bebas dari lumpur, minyak, garam, maupun zat-zat berbahaya lainnya.

Prosedur/Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui serangkaian pengujian di laboratorium. Tahap awal penelitian dilakukan dengan menguji karakteristik material, meliputi gradasi, berat jenis, daya serap air, kadar air, serta kandungan bahan organik. Seluruh pengujian dilaksanakan berdasarkan standar SNI, seperti SNI 7656:2012, SNI 1969:2008, dan SNI 1970:2008. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua bahan yang digunakan telah memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan untuk pembuatan beton.

Selanjutnya, beton dicampur dengan variasi substitusi tempurung kelapa dan dicetak menggunakan cetakan silinder. Proses pencampuran dilakukan dengan molen beton untuk menghasilkan adukan yang homogen. Setelah pencetakan, dilakukan uji slump untuk mengetahui tingkat kelecakan (workability) beton segar. Setiap variasi campuran dibuat sebanyak 3 silinder untuk masing-masing umur pengujian, sehingga total benda uji berjumlah 36 silinder.

Benda uji dirawat (curing) dalam air jenuh kapur hingga mencapai umur pengujian masing-masing. Setelah perawatan selesai, benda uji dikeringkan, ditimbang, dan diuji kuat tekannya menggunakan mesin compression test. Nilai kuat tekan diperoleh dari pembagian beban maksimum saat silinder beton pecah dengan luas penampang silinder.

Teknik Analisis Data

Data hasil uji kuat tekan beton dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif melalui metode deskriptif. Rata-rata nilai kuat tekan dari masing-masing variasi campuran kemudian dibandingkan dengan standar mutu beton yang telah ditetapkan, yaitu kuat tekan rencana (f_c) sebesar 15 MPa serta kuat tekan minimum yang dipersyaratkan (f_c') sebesar 22 MPa. Analisis dilakukan untuk melihat kecenderungan nilai kuat tekan terhadap persentase penambahan limbah tempurung kelapa dan menentukan apakah beton dengan substitusi tersebut masih memenuhi syarat mutu minimum yang diperbolehkan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna memudahkan proses interpretasi data serta memfasilitasi penarikan kesimpulan. (Arikunto, 2010).

HASIL

Pada bagian ini disajikan hasil penelitian berupa pengujian karakteristik material penyusun beton yang digunakan dalam campuran beton mutu rendah dengan substitusi agregat kasar dari tempurung kelapa. Data diperoleh melalui serangkaian pengujian laboratorium, meliputi uji agregat halus dan kasar.

Distribusi Butiran Agregat Halus

Hasil uji analisis saringan menunjukkan bahwa agregat halus memiliki modulus kehalusan sebesar 2,82, yang berada pada rentang 2,6 – 2,9, sehingga tergolong pasir sedang. Persentase lolos pada masing-masing saringan memenuhi syarat standar ASTM C33, dengan demikian agregat halus dinyatakan layak digunakan untuk campuran beton.

Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi dilaksanakan dengan dua pendekatan, yaitu metode lepas dan metode padat. Dari hasil pengukuran diperoleh nilai rata-rata berat isi lepas sebesar 1,582 kg/L, sedangkan rata-rata berat isi padat sebesar 1,687 kg/L. Perbedaan ini menunjukkan pengaruh metode pemadatan terhadap nilai berat isi agregat yang akan berdampak pada efisiensi campuran beton.

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa agregat halus memiliki rata-rata berat jenis kering 2,573, berat jenis SSD 2,604, berat jenis semu 2,656, dan tingkat penyerapan air sebesar 1,215%. Berdasarkan acuan SK SNI T-15-1990-03, agregat halus ini termasuk dalam kategori agregat normal, agregat halus ini dikategorikan sebagai agregat normal. dengan nilai penyerapan air yang masih berada dalam batas wajar.

Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar lumpur pada agregat halus sebesar 3,01%, masih berada di bawah batas maksimum yang diizinkan menurut SNI 03-2834-2000, yakni sebesar 5%. Dengan demikian, agregat halus tidak mengandung lumpur berlebih yang dapat mengganggu ikatan antar bahan dalam beton.

Kadar Kotoran Organik

Pengujian menggunakan larutan NaOH 3% menunjukkan warna larutan lebih terang daripada standar warna nomor 3 pada organic plate, yang berarti kandungan kotoran organik dalam pasir tergolong rendah. Dengan demikian, pasir tersebut dinyatakan layak digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton.

Distribusi Butiran Agregat Kasar

Agregat kasar menunjukkan modulus kehalusan sebesar 6,5, masuk dalam rentang 6 – 8, sesuai dengan klasifikasi batu normal menurut SNI 7656:2012. Hasil ini menunjukkan distribusi ukuran butiran yang baik untuk menciptakan kekuatan beton yang optimal.

Pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan dengan dua metode, yakni dalam kondisi lepas dan dalam kondisi padat. Dari hasil pengukuran diperoleh bahwa rata-rata berat isi lepas sebesar 1,365 kg/L, sedangkan rata-rata berat isi padat sebesar 1,475 kg/L. Data ini menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki kerapatan yang cukup baik untuk digunakan dalam pembuatan beton mutu rendah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki nilai berat jenis SSD dan daya serap air yang sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk pengujian beton. Hal ini menandakan bahwa agregat kasar yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran beton, karena memiliki sifat fisik yang mendukung pembentukan kekuatan dan ketahanan beton. Pengujian berat jenis serta penyerapan air dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik fisik material tersebut. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 1, sedangkan rincian perhitungannya tercantum pada Tabel 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat Kasar

Parameter	Satuan	Percobaan I	Percobaan II	Notasi
Berat Contoh JPK	Gram	5000	5000	Bj
Berat Contoh Dalam Air	Gram	2984	3017	Ba
Berat Contoh Kering	Gram	4800	4887	Bk

(Sumber: Pengujian di Laboratorium, 2024)

Tabel 2 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Peresapan Agregat Kasar

Parameter	Rumus	I	II	Rata-rata
Berat Jenis Kering	$Bk/(Bj-Ba)$	2,381	2,464	2,423
Berat Jenis JPK	$Bj/(Bj-Ba)$	2,480	2,521	2,501
Berat Jenis Semu	$Bk/(Bk-Ba)$	2,643	2,613	2,628
Penyerapan (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	4,167	2,312	3,239

(Sumber: Pengujian di Laboratorium, 2024)

Berdasarkan pengujian, agregat kasar memiliki berat jenis SSD sebesar 2,52 dan tingkat penyerapan air sebesar 3,24%. Nilai ini masih termasuk dalam rentang standar agregat normal menurut SK SNI T-15-1990-03, yang menetapkan berat jenis agregat antara 2,5 hingga 2,7.

Kadar Lumpur Agregat Kasar

Kadar lumpur dihitung dari selisih berat agregat sebelum dan sesudah dicuci pada tiap saringan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Ukuran Saringan	Berat Tertinggal (Gram)	Berat Setelah Dicuci (Gram)
37,5 mm (1½")	0	0
19 mm (¾")	720,0	663,0
9,5 mm (⅜")	8257,0	7952,0
4,75 mm (No.4)	4852,0	4676,0

(Sumber: Pengujian di Laboratorium, 2024)

Abrasi Agregat Kasar

Ketahanan aus agregat kasar diuji menggunakan mesin Los Angeles, dan hasil pengujian abrasi tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Kasar

Keterangan	Satuan	Percobaan I	Percobaan II
Berat Benda Uji Sebelum Diuji (A)	Gram	5000	5000
Berat Setelah Diuji (Tertahan No. 12)	Gram	3396	3486
$Keausan = ((A - B)/A) \times 100$	%	32,08	30,28

(Sumber: Pengujian di Laboratorium, 2024)

Rata-rata nilai keausan adalah **31,18%**, masih dalam batas maksimum 40% sesuai spesifikasi standar.

Rencana Campuran Beton (SNI 7656:2012)

Campuran beton dirancang untuk mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa. Berdasarkan metode SNI 7656:2012, digunakan data karakteristik material sebagai berikut:

- $F'_{cr} = 22$ MPa ($F_c +$ deviasi standar)
- FAS = 0,53
- Jumlah semen = 386,8 kg/m³
- Agregat halus = 721,65 kg/m³
- Agregat kasar = 936,63 kg/m³
- Air = 205 kg/m³
- Volume beton untuk 9 silinder = 0,061 m³

Berat bahan untuk 9 silinder:

- Semen = 23,979 kg
- Air = 12,709 kg
- Agregat halus = 44,739 kg
- Agregat kasar = 58,066 kg

Setelah koreksi terhadap penyerapan air:

- a. Air = 15,122 kg
- b. Agregat halus = 44,196 kg
- c. Agregat kasar = 56,197 kg

Penggunaan Limbah Tempurung Kelapa

Penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah tempurung kelapa dilakukan dalam tiga variasi: Hasil pengujian slump test menunjukkan bahwa penambahan tempurung kelapa cenderung menurunkan nilai slump.

Tabel 5 Hasil Pengujian Slump Beton

Persentase Tempurung Kelapa	Slump (mm)
0% (BN)	10 / 9,5
2,5%	9,5 / 9
5%	9 / 9
7,5%	9 / 9

(Sumber: Pengujian di Laboratorium, 2024)

Pengujian dilaksanakan pada usia beton 7, 14, dan 28 hari untuk setiap variasi campuran yang telah ditentukan. Hasilnya:

Tabel 6 Rata-Rata Kuat Tekan Beton (MPa)

Sampel	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Beton Normal (BN)	14,22	19,06	24,24
2,5% Tempurung Kelapa	12,83	17,96	19,03
5% Tempurung Kelapa	12,69	16,71	18,97
7,5% Tempurung Kelapa	12,61	15,37	17,02

Berdasarkan tabel tersebut, meskipun rata-rata kuat tekan pada setiap variasi campuran dengan penambahan tempurung kelapa belum mencapai target F'_{cr} sebesar 22 MPa, seluruh variasi tetap memenuhi kuat tekan rencana sebesar 15 MPa pada umur 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa limbah tempurung kelapa masih berpotensi digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam beton mutu rendah.

SIMPULAN

Penambahan tempurung kelapa sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% menyebabkan penurunan nilai kuat tekan beton pada setiap umur pengujian. Namun demikian, hasil pengujian memperlihatkan bahwa kuat tekan beton dengan campuran tempurung kelapa masih berada di atas nilai kuat tekan rencana (F_c) sebesar 15 Mpa, namun tidak mencapai target F_c' sebesar 22 MPa.

Penggunaan tempurung kelapa sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam beton mutu rendah sangat layak dipertimbangkan untuk aplikasi tertentu dengan batasan yang jelas dan pengujian yang memadai. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan metode SNI 7656:2012, terlihat bahwa peningkatan persentase penambahan tempurung kelapa dalam campuran beton menyebabkan penurunan kuat tekan. Beton kontrol pada umur 28 hari memiliki kuat tekan sebesar 24,24 MPa, yang masih memenuhi syarat nilai F_c' sebesar 22 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- American Society for Testing and Materials.(2018). ASTM C39/C39M-18: Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. [Dokumen WWW].URL <https://www.astm.org/Standards/C39ASTM> C33,“Specification for Structural Concrete Agregates”.
- American Society for Testing and Material. ASTM C33 Spesification for structural concrete aggregates.
- Bambang,Sujatmiko (2019) Teknologi Beton Dan Bahan Bangunan Departemen Pekerjaan

- Umum.(2002). Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan (SNI 03-3449-2002). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan-Perkerasan Berbutir dan Beton Semen-Divisi V. Puslitbang Prasarana Transportasi,Badan Penelitian dan Pengembangan: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum.(2012). Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal Beton Berat dan Beton Massa (SNI 7656:2012). Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- (SNI 03-2834-2000).Metode Mix Design Beton Badan Standardisasi Nasional.(2000 Hanafiah.,dkk,(2010)“Macam-macam Agregat halus”.
- Bambang Sujatmiko.(2019).Teknologi Beton dan Bahan Bangunan.
- Kardiyono Tjokrodinuljo. 2007. Teknologi Beton dan Batu Buatan untuk Bangunan.Biro Penerbit KMTS FT UGM,Kota Yogyakarta,2007
- Neville, A. M. (2012). *Properties of Concrete (5th ed.)*. Harlow: Pearson Education Limited.
- SK SNI S-04-1998. (1998). Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2818-2019. (2019). Tata Cara Pembuatan Beton Mutu Rendah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000. (2000). Metode pembuatan rencana campuran beton normal. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-3449-2002.(2002). Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Ringan Struktural.Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1972:2008. (2008). Metode uji slump beton semen hidraulic yang plastis. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1974-2011. (2011). Kuat tekan beton ialah besarnya beban persatuan yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2847:2019. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.Badan Standardisasi Nasional
- SNI 7656-2012. (2012). Beton adalah campuran beberapa agregat, semen, air,dan, jika diperlukan, bahan tambah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 8287:2016. (2016). Metode uji kuantitas butiran pipih, lonjong, atau pipih dan lonjong dalam agregat kasar. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI S-04-1989-F:Bahan bangunan. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum,Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, CV.
- Utsev, J. T., & Taku, J. K. (2012). *Coconut Shell as Partial Replacement of Coarse Aggregate in Concrete*. *International Journal of Engineering and Technology*.