

USE OF COCONUT SHELL CHEMICAL ADDED AS THE AGGREGATE ROUGH MIX CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

PENGUNAAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Rio Rimbawan¹, Revianti Coenraad²

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Palangka Raya

²Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Palangka Raya

e-mail: rio.trizal01@gmail.com

ABSTRACT

Coconut shell is an organic waste (waste processing) of household or industrial use of coconut as the main raw material. Most usage of coconut shell is merely as a firewood which is a challenge to be able to take advantage of coconut shell optimally, when coconut shells can be proved technically as material / aggregate for concrete. It is expected to reduce the impact of environmental pollution then having alternative economic value for community. The study aims to determine what the optimum compressive strength of concrete resulting from the addition of coconut shell in the concrete mix. In this study, the coconut shell is broken down into fragments that are up to 20 mm used as an addition to the coarse aggregate mixed with fine aggregate, water and PPC cement type I of coarse sand brands. Percentage variation coconut shell applied in this study were 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. Concrete mix design was using SNI 03-2834-2000. The test used a cylindrical specimen with a height of 30 cm, 15cm diameter with a sample of 10 cylinders for each variation of the addition of coconut shell, thus the total of 50 cylindrical specimen. Tests carried out at 14 and 28 days in the Laboratory of Building Engineering Study Program of the Faculty of Education University of Palangkaraya. The results showed the highest compressive strength of concrete that uses a mixture of 5% coconut shell in the amount of 23.66 MPa, while the compressive strength of normal concrete was resulting in the addition of 23.63 MPa compressive strength of concrete of 0.12% of normal concrete. The compressive strength of concrete on the coconut shell mixture of 10% was amounting to 19.72 MPa with a decrease of 16.54% of the compressive strength of normal concrete, shells 15% ie a decrease of 12.11 MPa to 48.75% of the compressive strength of normal concrete, shells 20% and amounting to 12.51 MPa to 47.05 decline of normal compressive strength of concrete with compressive strength forecast 28 days. The addition of coconut shell was opposite to the concrete mix increasing the strength of concrete for the addition of 5% by weight of coconut shell coconut. Shell addition of coarse aggregate in excess (over 5%) was causing the compressive strength of concrete will decrease.

Keywords: Coconut shell, The Impact Of Environmental Pollution, Optimum Concrete Compressive Strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang sangat populer digunakan dalam bidang konstruksi seperti pembangunan perumahan, apartemen, perkantoran. Hal ini dikarenakan pembuatan beton yang tergolong mudah, tahan lama, mempunyai kuat tekan yang baik dan mutu beton dapat dirancang sesuai dengan yang diinginkan.

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton telah dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Teknologi bahan dan teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pengerjaan di lapangan. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah dan mempunyai keawetan serta kekuatan yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Dari sifat yang dimiliki beton itulah

menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Daerah tertentu terkadang sangat sulit untuk mendapatkan agregat, khususnya agregat kasar dan agregat halus sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian ini dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai penambah agregat kasar dalam pembuatan beton. Selain itu, jika pemanfaatan tempurung kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran, maka diharapkan juga dapat mengurangi dampak pencemaran udara karena kegunaannya hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar yang dapat menyebabkan polusi udara dan akibat penumpukan tempurung kelapa yang terlalu lama dapat menimbulkan bau yang tidak sedap. Sedangkan untuk pencemaran tanah tempurung kelapa termasuk sampah organik akan tetapi tempurung kelapa tidak mudah terurai seperti sampah organik lainnya dikarenakan tempurung kelapa memiliki struktur yang lebih padat.

Menurut (Danusaputro, 1978), jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. Dengan pemanfaatan limbah berarti memberikan nilai tambah pada limbah yang semula kurang berarti, menjadi bahan yang mempunyai nilai tambah. Tidak selamanya limbah terbuang percuma, tetapi tidak sembarang limbah bisa dijadikan bahan untuk konstruksi. Limbah tidak mengandung bahan berbahaya yang bisa mengganggu kesehatan, dan unsur-unsur yang dikandung tidak menimbulkan reaksi yang bertentangan dengan semen sebagai bahan perekat.

PERMASALAHAN

Berdasarkan latarbelakang pada penelitian ini adalah “berapa nilai kuat tekan beton optimum yang dihasilkan dari penambahan tempurung kelapa pada campuran beton?”.

Masalah dibatasi untuk menghindari adanya kesalahan penelitian, sesuai dengan tujuan di atas yang dimaksud, maka dalam penelitian ini diperlukan adanya pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Penelitian difokuskan pada pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan penambah agregat kasar pada campuran beton,
 - b. Tempurung kelapa yang digunakan adalah tempurung kelapa hasil dari sisa penjualan kelapa parut di pasar Kota Palangka Raya,
 - c. Tempurung kelapa yang digunakan dengan ukuran maksimal 20 mm dengan cara menghancurkan dan analisa saringan,
 - d. Jenis tempurung kelapa yang digunakan tidak satu jenis (campur),
 - e. Penambahan pecahan tempurung kelapa yang dilakukan pada setiap benda uji bervariasi, yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dari berat agregat kasar,
 - f. Mutu beton yang direncanakan dalam penelitian adalah $f'c = 17,5$ MPa,
 - g. Slump yang digunakan 7,5 - 15 cm dari tingkat keruntuhan adukan,
 - h. Semen yang digunakan semen PPC tipe I merk Gersik,
 - i. Agregat halus yang digunakan berupa pasir halus yang berasal dari Kota Palangka Raya,
 - j. Agregat kasar yang digunakan berupa kerikil berasal dari Kota Palangka Raya,
 - k. Benda uji berupa bentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm,
 - l. Air yang digunakan berasal dari sumur bor di laboratorium beton Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknologi dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu pendidikan Universitas Palangka Raya,
 - m. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 14 dan 28 hari untuk kuat tekan beton,
 - n. Metode pengujian dengan menggunakan SNI 03-1974-1990, metode pengujian kuat tekan beton.
- Masalah yang dirumuskan adalah “berapa nilai kuat tekan beton optimum yang dihasilkan dari penambahan tempurung kelapa pada campuran beton?”.

METODE PENELITIAN

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisa Pemeriksaan Material Penyusun Beton Semen *Portland*

Pemeriksaan semen *portland* secara visual diperoleh hasil bahwa semen dalam keadaan baik yaitu butiran halus dan tidak terdapat gumpalan-gumpalan, sehingga semen dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton. Semen *portland* tipe I merk gresik yang digunakan memenuhi SNI 15-0302-2004, dapat digunakan untuk semua kebutuhan adukan beton, tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Air

Menurut SK SNI S-04-1989-F, air yang bersih tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dilihat secara visual. Setelah dilakukan pengamatan secara visual air yang digunakan dalam penelitian, menunjukkan sifat-sifat antara lain tidak berwarna, tidak bau, jernih (tidak mengandung lumpur), dan benda terapung lainnya sehingga air tersebut dianggap memenuhi syarat.

Agregat Halus

1. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

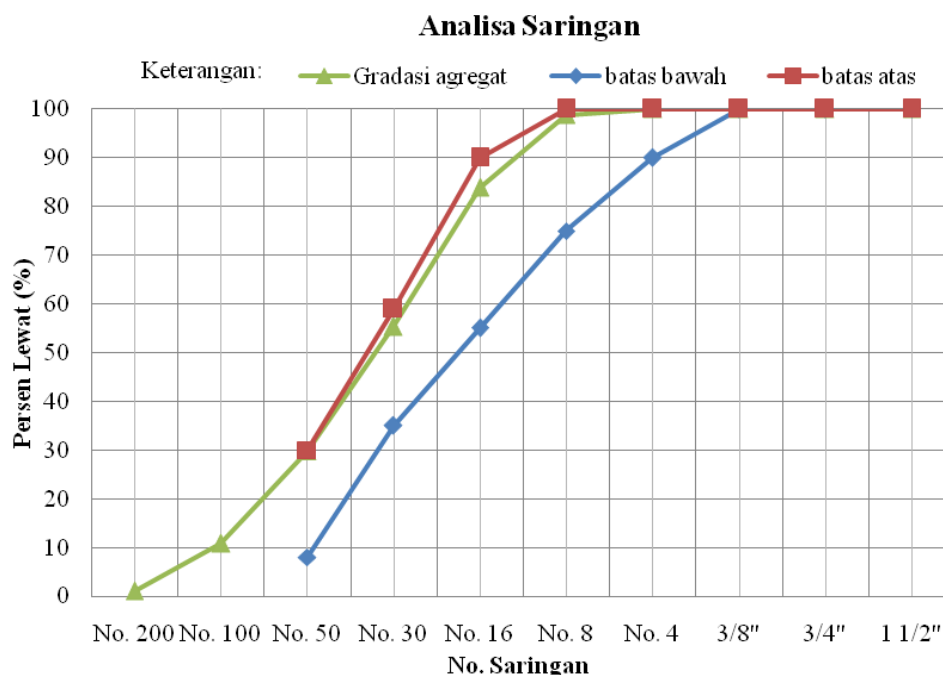
Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Pasir

Uraian Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Agregat	
	Zona	Modulus Kehalusan
Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	2	3,2

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari data Tabel 1, modulus kehalusan (F_m) agregat halus yaitu 3,2 (lampiran A halaman 1) batas modulus kehalusan agregat halus yang diijinkan (1,5-3,8) sesuai dengan peraturan SK SNI S-04-1989-F, dan masuk ke zona 2, agregat halus yang digunakan telah memenuhi standar yang diijinkan. Seperti pada gambar 3 dengan hasil analisa saringan menunjukkan bahwa hasil analisa saringan berada diantara batas maksimum dan minimum gradasi agregat halus, sehingga agregat halus yang digunakan sudah memenuhi syarat analisa saringan ideal.



Gambar 1. Gradasi Agregat Halus Zona 2

2. Pemeriksaan kadar Zat Organik Agregat Halus

Hasil pemeriksaan kadar zat organik agregat halus dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kadar Zat Organik Agregat Halus

Warna	Penurunan Kekuatan
Kuning Muda	0 – 5%

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari data Tabel 2, ditetapkan kandungan organik agregat halus berwarna kuning muda dan masuk ke *organic plate* nomor 2 dengan penurunan kekuatan beton sebesar 0-5% (lampiran A halaman 9). Pada *organic plate* warna untuk membandingkan sebanyak 6 tingkatan. Nomor 1 menunjukkan kandungan organik yang terkandung sangat sedikit yaitu sebesar 0%, sedangkan nomor 6 menunjukkan banyaknya kandungan organik dalam agregat halus sebesar 20-25%.

Jika warna larutan benda uji lebih gelap dari warna larutan standar lebih besar dari nomor 3, maka kemungkinan mengandung bahan organik yang tidak diizinkan untuk bahan campuran mortal atau beton.

3. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada lampiran (lampiran A halaman 10) pemeriksaan kadar lumpur agregat halus, didapatkan sebesar 0,4%. Menurut SK SNI-S-04-1989-F kadar lumpur maksimum pasir ialah 5%. Dengan demikian agregat halus dapat digunakan sebagai bahan susun beton.

4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Uraian Pemeriksaan	Percobaan	
	P.1	P.2
Pemeriksaan kadar air agregat halus	0,16	0,10
Rata-rata kadar air agregat halus	0,13	

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari data Tabel 3 diketahui agregat, pemeriksaan kadar air agregat halus dalam keadaan jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry/SSD*) pada percobaan 1 dan 2, persentase kadar air agregat halus yaitu sebesar 0,13% (lampiran A halaman 11) dengan berat benda uji semula ± 1000 gram. Dari hasil pengujian kadar air yang terkandung dalam agregat halus sangat besar dan sangat penting untuk menentukan proporsi campuran beton yang baik.

5. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Uraian Pemeriksaan	Nilai
Pemeriksaan berat jenis curah (<i>bulk</i>)	2,19%
Pemeriksaan berat jenis (SSD)	2,20%
Pemeriksaan berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	9,67%
Pemeriksaan Penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	0,10 %

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari Tabel 4, nilai berat jenis agregat halus dalam keadaan kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*) sebesar 2,20 dan penyerapan air sebesar 0,10% (lampiran A halaman 14). Dalam penelitian ini penyerapan air agregat halus sangat kecil, yang dipengaruhi oleh pori atau rongga dalam butiran agregat yang sedikit. Sehingga dalam campuran beton kekuatan dan ketahanan beton, pengaruh rasio yang terlalu kecil menyebabkan rongga pada beton terdapat air yang dapat bereaksi.

Agregat Kasar (Kerikil)

1. Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar (Kerikil)

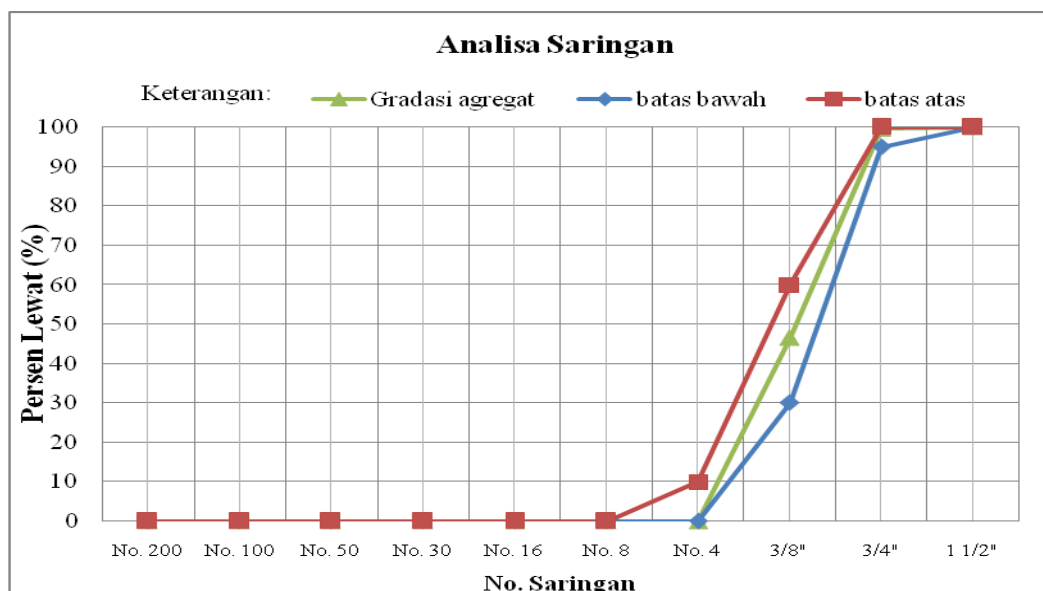
Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar (Kerikil)

Uraian Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Agregat	
		Modulus kehalusan
Pemeriksaan gradasi agregat kasar		8,0

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari data Tabel 5 di atas, modulus kehalusan (Fm) agregat kasar sebesar 8,0 (lampiran A halaman 5). Nilai ini memenuhi (batas modulus kehalusan agregat kasar yang diijinkan 7,47-9,55) persyaratan sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F, dengan ukuran gradasi agregat kasar maksimum 20 mm. Seperti pada grafik di bawah ini dari hasil analisa saringan menunjukkan gradasi agregat berada sejajar di bawah batas gradasi maksimum agregat kasar, sehingga agregat kasar yang digunakan sudah memenuhi syarat analisa saringan yang ideal.



Gambar2. Gradasi Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm

2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Kerikil)

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Kerikil)

Uraian Pemeriksaan	Percobaan	
	I	II
Pemeriksaan kadar air agregat kasar	2,07%	2,06%
Rata-rata kadar air agregat kasar	2,07%	

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari Tabel 6 diketahui bahwa, pemeriksaan kadar air agregat kasar dalam keadaan kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry/SSD*) pada percobaan satu dan dua, persentase kadar air agregat kasar yaitu sebesar 2,07% (lampiran A halaman 12) dengan berat benda semula \pm 2000 gram. Dari hasil pengujian kadar air yang terkandung dalam agregat kasar tidak terlalu besar, sehingga, perencanaan *mix design* menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air terhadap tegangan yang direncanakan dan pada campuran beton tidak akan menambah atau mengurangi air dari pasta.

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (Kerikil)

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat dalam penelitian, dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (Kerikil)

Uraian pemeriksaan	Nilai
Pemeriksaan berat jenis curah (<i>Bulk</i>)	2,53 %
Pemeriksaan berat jenis (SSD)	2,57 %
Pemeriksaan berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	2,60 %
Pemeriksaan penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	1,05 %

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari Tabel 7, nilai berat jenis agregat kasar dalam keadaan kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry/SSD*) sebesar 2,57% dan penyerapan air sebanyak 1,05% (lampiran A halaman 15). Nilai ini digunakan untuk menentukan proporsi campuran beton normal, karena kadar agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry/SSD*) tidak menyerap dan menambah air dalam campuran adukan beton.

Agregat Kasar (Tempurung)

1. Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar (Tempurung)

Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 8.

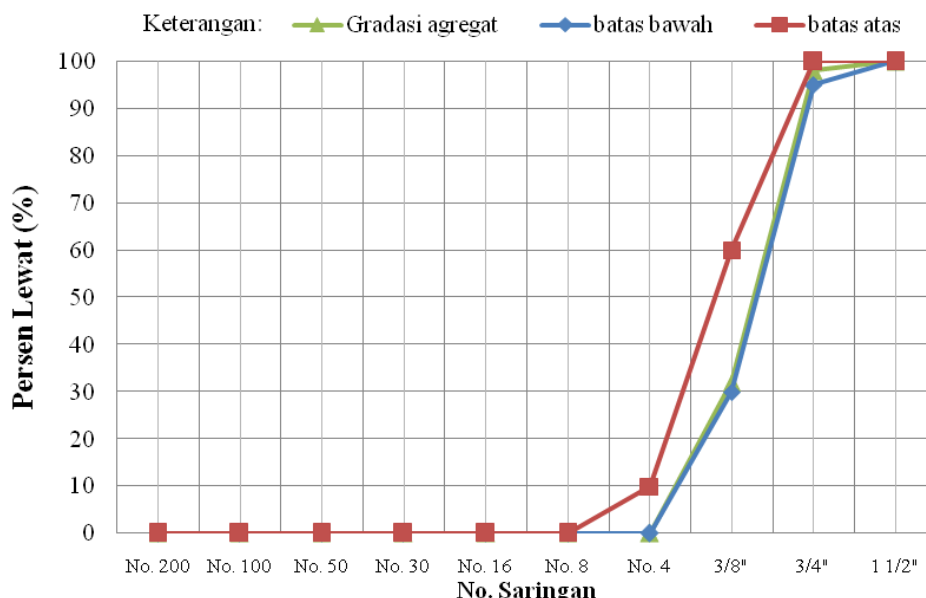
Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar (Tempurung)

Uraian Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Agregat	
		Modulus kehalusan
Pemeriksaan gradasi agregat kasar		8,2

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari data Tabel 8 di atas, modulus kehalusan (F_m) agregat kasar pecahan Tempurung sebesar 8,2 (lampiran A halaman 7). Nilai ini memenuhi (batas modulus kehalusan agregat kasar yang diijinkan 7,47-9,55) persyaratan sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F, dengan ukuran gradasi agregat maksimum agregat 20 mm. Seperti pada grafik di bawah ini dari hasil analisa saringan menunjukkan gradasi agregat berada sejajar di bawah batas gradasi maksimum agregat kasar, sehingga agregat kasar yang digunakan sudah memenuhi syarat analisa saringan yang ideal.

Analisa Saringan



Gambar 3. Gradasi Agregat Kasar (Tempurung Kelapa) ukuran maksimum 20 mm

2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Tempurung)

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar (Tempurung) dalam penelitian, dapat dilihat Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Tempurung)

Uraian Pemeriksaan	Percobaan	
	I	II
Pemeriksaan kadar air agregat kasar	14,11%	14,15%
Rata-rata kadar air agregat kasar		14,13%

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari Tabel 9 diketahui bahwa, pemeriksaan kadar air agregat kasar dalam keadaan kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry/SSD*) pada percobaan satu dan dua, persentase kadar air agregat kasar yaitu sebesar 14,13% (lampiran A halaman 13) dengan berat benda semula ± 2000 gram. Dari hasil pengujian kadar air yang terkandung dalam agregat kasar tempurung terlalu besar, sehingga, perencanaan *mix design* menjadi lebih hati-hati agar keakuratannya faktor koreksi kadar air terhadap tegangan yang direncanakan sehingga pada campuran beton tidak akan terjadi mengurangi air dari pasta.

3. Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (Tempurung)

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar pecahan Tempurung dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar(Tempurung)

Uraian pemeriksaan	Nilai
Pemeriksaan berat jenis curah (<i>Bulk</i>)	0,95 %
Pemeriksaan berat jenis (SSD)	1,28 %
Pemeriksaan berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	1,42 %
Pemeriksaan penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	35,17 %

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

Dari Tabel 10, nilai berat jenis agregat kasar dalam keadaan kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry/SSD*) sebesar 1,275% dan penyerapan air sebanyak 35,18% (lampiran A halaman 16). Nilai ini digunakan untuk menentukan proporsi campuran beton normal, karena kadar agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry/SSD*) tidak menyerap dan menambah air dalam campuran adukan beton. Rangkuman hasil pengujian sifat fisik agregat dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rangkuman Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Uraian Pemeriksaan	Agregat Halus	Agregat Kasar	Tempurung Kelapa
Uji Gradasi	3,2 (Modulus Kehalusan) Dan Zona 2	8,0 (Modulus Kehalusan)	8,2 (Modulus Kehalusan)
Kadar Lumpur	4%	-	-
Kadar Zat Organik	Kuning Muda	-	-
Kadar Air	0,13%	2,07%	14,13%
Berat Jenis Curah	2,19%	2,53%	0,95%
Berat Jenis (SSD)	2,20%	2,57%	1,28%
Berat Jenis Semu	9,67%	2,60%	1,42%
Penyerapan	0,10%	1,05%	35,17%

(Sumber: Hasil Pengujian 2016)

MATERIAL PENAMBAH KERIKIL

Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan yaitu limbah pecahan tempurung kelapa yang didapat dari hasil dari sisa penjualan kelapa parut di pasar Kota Palangka Raya. Pengolahan limbah tempurung kelapa sebagai bahan tambah agregat kasar dalam campuran beton dapat diperhatikan langkah-langkah berikut:

1. Limbah tempurung kelapa dijemur dan dibersihkan dari kotoran yang lengket pada tempurung kelapa dengan cara dibersihkan permukaan dengan masih tersisa serabut-serabut kecil pada tempurung kelapa.
2. Limbah pecahan tempurung kelapa dihancurkan dengan ukuran ± 20 mm dengan analisa saringan untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan, dengan persentase banyaknya limbah pecahan sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%.

PERENCANAAN CAMPURAN BETON (*MIX DESIGN*)

Dalam perencanaan campuran beton menggunakan syarat dan peraturan SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) dengan spesifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji berbentuk silinder) = 17,5 MPa pada umur beton 28 hari.
 2. Semen yang digunakan = PPC *Portland type I* merk Gersik
 3. Tinggi *slump* yang disyaratkan = 75-150 mm
 4. Ukuran agregat maksimum = 20 mm
 5. Faktor air semen maksimum = 0,60
 6. Kadar semen maksimum = 275 Kg/m³
 7. Susunan berat butiran agregat halus ditetapkan daerah gradasi zona 2
- Perhitungan untuk menentukan proporsi campuran beton normal sesuai dengan syarat yang digunakan SNI 03-2834-2000, dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 12. Perencanaan Campuran Beton Normal

No	Uraian	Tabel/grafik/Perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (28 hari,5%)=> Silinder/Kubus	Ditetapkan	17,5 Mpa
2.	Deviasi standar	Diketahui	7 Mpa
3.	Nilai tambah (<i>Margin</i>)	Diketahui	$1,64 \times 7 = 11,48$
4.	Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	(1+3)	$11,48 + 17,5 = 28,98$ Mpa
5.	Jenis semen	Ditetapkan	PPC <i>portland type I</i> merk Gersik
6.	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Alami
7.	Faktor air semen bebas	Tabel 2, grafik 1	0,51
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9.	Nilai <i>slump</i>	Ditetapkan	75-150 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 3	225 Kg/m ³
12.	Kadar semen	(11/8)	441,18 Kg/m ³
13.	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
14.	Kadar semen minimum	Ditetapkan	275 Kg/m ³
15.	Faktor air semen penyesuain	Gambar 14	-
16.	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3-6	Zona II
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Tabel 7, grafik 7-12	-
18.	Persentase agregat halus	Grafik 14	43 %

19.	Berat jenis relatif (SSD)	Diketahui	2,41		
20.	Berat isi beton	Grafik 16	2190 Kg/m ³		
21.	Kadar agregat gabungan	(20 – 12 – 11)	1523,82 Kg/m ³		
22.	Kadar agregat halus	(18 x 21)	655,24 Kg/m ³		
23.	Kadar agregat kasar	(21 – 22)	868,58 Kg/m ³		
Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan					
24.	Perbandingan Teoritis	Semen(Kg)	Air (Kg/kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)
	Tiap m ³ dalam ketelitian 5 kg Tiap campuran uji 0,05% m ³	441,18 22,06	225 11,25	655,24 32,75	868,58 43,43
25.	Perbandingan Aktual (Setelah Koreksi)	Semen (Kg)	Air (Kg/kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)
	Tiap m ³ dalam ketelitian 5 kg Tiap campuran uji 0,05% m ³	441,18 22,06	215,94 10,80	655,44 32,77	877,44 43,87

(Sumber: Hasil Perhitungan 2016)

Dari data Tabel 12 di atas berdasarkan syarat dan peraturan SNI 03 – 2834 – 2000, perhitungan proporsi campuran beton tiap m³ dengan ketelitian 5 kg yaitu sebagai berikut:

- Semen = 441,18 kg/m³
- Air = 215,94 kg/m³
- Agregat Halus = 655,44 kg/m³
- Agregat Kasar = 877,44 kg/m³

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai perbandingan volume campuran untuk 17,5 Mpa memiliki komposisi bahan dalam tiap m³ adalah 1 : 1 : 2 atau 1 semen : 1 pasir : 2 kerikil.

Analisa kebutuhan tempurung kelapa, pasir, kerikil, air dan semen untuk 10 benda uji silinder beton yang diameter 150 mm dan panjang 300 mm, dengan persentase tempurung kelapa sebagai pengganti kerikil sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat agregat kasar, dapat dilihat Tabel 13.

Tabel 13. Proporsi campuran (benda uji 50 buah)

Material	Persentase Tempurung Kelapa				
	0%	5%	10%	15%	20%
Semen (kg)	26,90	26,90	26,90	26,90	26,90
Air(kg)	13,17	13,75	14,32	14,87	15,41
Agregat halus (kg)	39,96	39,44	38,91	38,39	37,86
Agregat Kasar(kg)	52,49	50,15	46,88	43,68	40,55
Tempurung kelapa (kg)	-	2,06	4,07	6,02	7,92

(Sumber: Hasil perhitungan 2016)

PEMBUATAN BENDA UJI

Langkah pembuatan benda uji dalam penelitian ini sesuai dengan SK SNI T-15-1990-03 (tercantum bab 3 halaman 25), dengan kondisi agregat kasar dan agregat halus dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry/SSD*).

Pada saat proses pengecoran yang perlu diperhatikan yaitu banyaknya penambahan air dalam pencampuran beton agar mencapai nilai *slump* yang diinginkan, sehingga memudahkan dalam pengerjaan (*workability*).

Dalam penelitian ini pembuatan benda uji dilakukan 5 kali pencampuran dengan persentase tempurung kelapa sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat agregat kasar. Perbandingan nilai *slump* persentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%, dengan nilai *slump* yang direncanakan sebesar 7,5-15 cm, seperti pada Tabel 17.

Tabel 14. Nilai *slump* tempurung kelapa

Persentase tempurung kelapa	Nilai <i>slump</i> (cm)
0%	9,3
5%	10
10%	10,8
15%	11,3
20%	12,4

(Sumber: Hasil pengujian 2016)

Dari Tabel 14, di atas dapat dilihat nilai *slump* 0%, 5%, 10%, 15, dan 20% masuk dalam nilai *slump* yang direncanakan rata-rata sebesar 10,76 cm.

PERAWATAN BENDA UJI

Setelah benda uji selesai dikerjakan, benda uji yang telah mengeras \pm 24 jam, dibuka dari cetakan dan diberi label yang berisi keterangan persentase tempurung kelapa, nomor dan umur beton. Kemudian proses (*curing*) atau perawatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan dengan cara merendam seluruh permukaan benda uji silinder di dalam bak perendam yang berisi air dengan posisi berdiri.

Untuk mencegah terjadinya keretakan karena kehilangan air atau panas hidrasi pada beton. Proses pematangan beton ini selama 14 dan 28 hari sebelum pengujian benda uji dilaksanakan.

PENGUJIAN BENDA UJI

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*) dengan ukuran benda uji yang berbentuk silinder. Tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Pengujian dilaksanakan setelah beton mencapai umur 14 dan 28 hari. Hasil pengujian rata-rata setiap benda uji dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16 hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder (Umur 14 Hari)

Persentase Tempurung	Benda uji (L)	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tekanan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
0%	1	12,10	17662,5	300	150	27,28	23,47
	2	12,24	17662,5	300	150	19,02	
	3	12,36	17662,5	300	150	26,94	
	4	12,30	17662,5	300	150	23,55	
	5	12,08	17662,5	300	150	20,60	
5%	1	12,08	17662,5	300	150	22,30	21,98
	2	12,00	17662,5	300	150	22,64	
	3	12,00	17662,5	300	150	18,68	
	4	12,08	17662,5	300	150	24,57	
	5	11,80	17662,5	300	150	21,74	
10%	1	11,80	17662,5	300	150	19,02	16,02
	2	11,52	17662,5	300	150	13,24	
	3	11,64	17662,5	300	150	15,51	
	4	11,62	17662,5	300	150	12,56	
	5	11,52	17662,5	300	150	19,81	
	1	11,58	17662,5	300	150	11,66	
	2	11,52	17662,5	300	150	16,98	

15%	3	11,45	17662,5	300	150	12,56	14,03
	4	11,50	17662,5	300	150	12,68	
	5	11,52	17662,5	300	150	16,30	
	1	11,14	17662,5	300	150	13,47	
	2	11,22	17662,5	300	150	11,32	
20%	3	11,22	17662,5	300	150	11,66	11,52
	4	11,18	17662,5	300	150	8,26	
	5	11,34	17662,5	300	150	12,90	

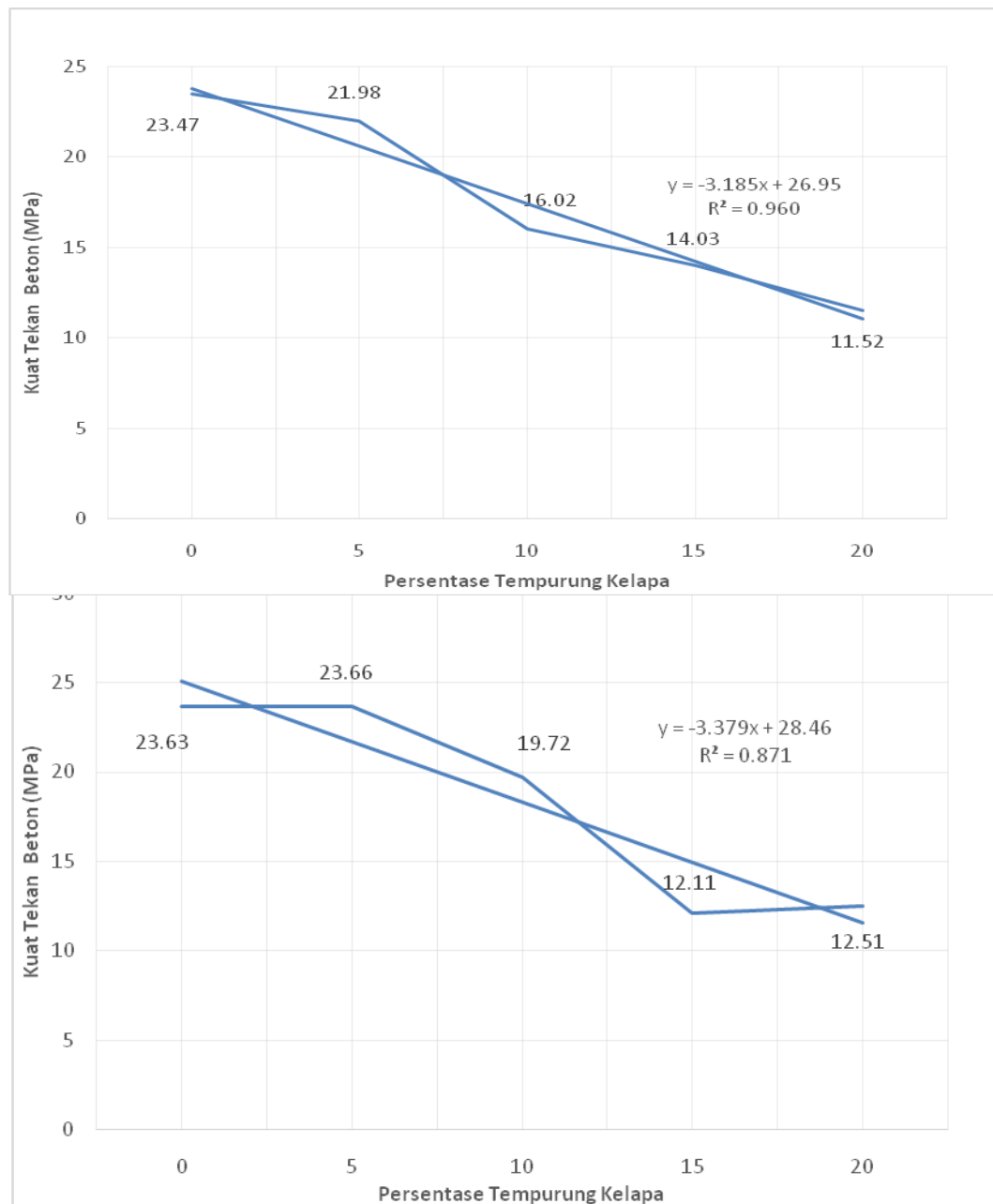
(Sumber:Hasil Pengujian 2016)

Tabel 16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder (Umur 28 Hari)

Persentase Tempurung	Benda uji (L)	Berat (Kg)	Luas (mm ²)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tekanan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
	1	12,38	17662,5	300	150	16,98	
	2	12,18	17662,5	300	150	28,19	
0%	3	12,16	17662,5	300	150	19,24	23,63
	4	12,22	17662,5	300	150	24,57	
	5	12,30	17662,5	300	150	29,21	
	1	12,06	17662,5	300	150	24,00	
	2	12,06	17662,5	300	150	21,40	
5%	3	11,86	17662,5	300	150	22,30	23,66
	4	11,86	17662,5	300	150	24,34	
	5	12,06	17662,5	300	150	26,27	
	1	11,66	17662,5	300	150	17,89	
	2	11,28	17662,5	300	150	20,26	
10%	3	11,60	17662,5	300	150	20,04	19,72
	4	11,76	17662,5	300	150	20,15	
	5	11,54	17662,5	300	150	20,38	
	1	11,56	17662,5	300	150	13,13	
	2	11,52	17662,5	300	150	16,41	
15%	3	11,34	17662,5	300	150	16,41	12,11
	4	11,30	17662,5	300	150	16,64	
	5	11,44	17662,5	300	150	14,60	
	1	11,26	17662,5	300	150	13,92	
	2	11,36	17662,5	300	150	11,88	
20%	3	11,30	17662,5	300	150	11,32	12,51
	4	11,28	17662,5	300	150	11,32	
	5	11,10	17662,5	300	150	14,15	

(Sumber:Hasil Pengujian 2016)

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat kuat tekan beton rata-rata, kuat tekan rencana sebesar 17,5 MPa pada umur 14 dan 28 hari dengan penambahan tempurung kelapa 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat agregat kasar.



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Dengan Tempurung kelapa Umur Beton 28 Hari

Dari data Gambar 4 dan Gambar 5 dapat diketahui kenaikan dan penurunan kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari masing-masing persentase tempurung kelapa yaitu pada Tabel 17 dan Tabel 18.

Tabel 17. Kenaikan dan Penurunan Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Tempurung kelapa (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Naik / Turun	Kenaikan / Penurunan Kekuatan ke 0% tempurung kelapa
0	23,47	-	-

5	21,97	Turun	6,39%
10	16,02	Turun	31,74%
15	14,02	Turun	40,26%
20	11,51	Turun	50,95%

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Tabel 18. Kenaikan dan Penurunan kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Tempurung kelapa (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Naik / Turun	Kenaikan / Penurunan Kekuatan ke 0% tempurung kelapa
0	23,63	-	-
5	23,66	Naik	0,12%
10	19,72	Turun	16,54%
15	12,11	Turun	48,75%
20	12,51	Turun	47,05%

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Dari Tabel 17 dan Tabel 18, nilai kuat tekan beton umur 14 dan 28 hari menunjukkan bahwa persentase tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton mengalami kenaikan dan penurunan.

Pada umur 14 hari dengan campuran tempurung kelapa 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% mengalami penurunan kuat tekan beton pada persentase 5%, 10%, 15%, dan 20% yaitu sebesar 6,93%, 31,74%, 40,26% dan 50,95% dari beton normal terhadap kuat tekan beton.

Pada umur 28 hari dengan campuran tempurung kelapa 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Untuk campuran 5% naik sebesar 0,12%, sedangkan campuran 10%, 15% dan 20% mengalami penurunan yaitu 16,54%, 48,75% dan 47,05% dari beton normal terhadap kuat tekan beton.

HASIL PENAMBAHAN TEMPURUNG KELAPA

Hasil penambahan tempurung kelapa pada campuran beton dengan persentase variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% didapatkan hasil nilai kuat tekan beton tertinggi 23,66 MPa dengan campuran tempurung kelapa 5% dikarenakan, tempurung kelapa yang digunakan pada campuran beton hanya sedikit yaitu sebesar 2,06 kg dan pasta semen yang digunakan sesuai dengan proporsi agregat sehingga mendapatkan hasil kuat tekan beton yang tinggi melebihi kuat tekan beton normal. Sedangkan untuk persentase variasi tempurung kelapa 10%, 15% dan 20% mengalami penurunan kuat tekan beton dikarenakan, penambahan tempurung kelapa yang begitu banyak pada campuran beton tidak sesuai dengan proporsi pasta semen yang digunakan sehingga daya rekat semen mengurang dan mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton dan dapat juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas agregat, proses pencampuran, proses pembuatan dan perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM C 33/ 03, 1998. *Standard Spesification for Concrete Aggregates*.
- [2] Daryanto. 1994. *Pengetahuan Teknik Bangunan*. Jakarta: Rineka Cipta
- [3] Hidayat, Syarif. 2009. *Semen- Jenis Dan Aplikasinya, Cetakan* . Jakarta: Kawan Pustaka
- [4] Hanifah, Mugiarti 2012. *Pemanfaatan Tempurung Kelapa Cocos nucifera*.
- [5] Juanita dan Anjarwari, Sulfah. 2014. *Kajian Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Beton Ringan*, <http://download.portalguarda.org>, (diakses 18 April 2016)
- [6] Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- [7] PUBI 1982. 1982. *Persyaratan Umum Bangunan Di Indonesia*. Jakarta: Depdikbud
- [8] PBB1 1971. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan
- [9] Prayito, Andi. 2013. *Pemanfaatan Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Fiber Dalam Campuran Adukan Beton*, <http://eprints.ums.ac.id>, (diakses 18 April 2016)
- [10] Soroushian, dan Bayasi. 1987. *Concep of Fiber Reinforced Conerate Proceeding of International Seminar of Fiber Reinforced Concerate*.

- [11] Somekto, Wuryati. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanasius
- [12] S, Wuryati dan R, Candra. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanasius
- [13] Sapturo, Danu. 1978. *Hukum lingkungan: Buku I umum*. Jakarta: Bina citra
- [16] SK SNI T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- [17] SK SNI T-15-1990-03. *Metode pembuatan dan perawatan benda uji*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [18] SK SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Agregat Sebagai Bahan Bangunan*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [19] SNI 03 - 1750 - 1990. *Agregat Beton, Mutu Dan Cara Uji*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [20] SNI 03 - 1974 - 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [21] SNI 03 - 2834 - 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [22] SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [23] SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat kasar*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [24] SNI 03-4804-1998. *Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [25] SNI 15-0302-2004. *Semen Portland Pozolan*. Badan Standar Nasional (BSN)
- [26] Patrisia, Y., & Coenraad, R. (2014). MATHEMATIC MODELLING OF CONCRETE PUMP PRODUCTIVITY ON THE CONCRETE WORK OF CONSTRUCTION PROJECT IN PALANGKA RAYA. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 2(2), 12-22.
- [27] Patrisia, Y., & Coenraad, R. (2016). MODELING MATERIALS PRICE FOR BUILDING MATERIAL IN PALANGKA RAYA. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 4(2), 11-20.
- [28] Patrisia, Y., & Coenraad, R. (2017). PLS MODEL FOR THE PRICE APPROACH OF CONCRETE SAND MATERIAL. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 5(1), 36-40.
- [29] Tjokrodimuljo. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Naviri
- [30] Wang, C., Salmon, C. G. 1990. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga
- [31] Winter, Geoge. 1993. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Pratnya Paramedia