

PENINGKATAN KEKUATAN MELALUI PENAMBAHAN CANGKANG SAWIT PADA BETON RINGAN STRUKTURAL SEBAGAI AGREGAT KASAR

Arifal Hidayat dan Anton Ariyanto
Universitas Pasir Pengaraian
Jl. Tuanku Tambusai, Kumu Rambah Hilir
E-mail: arifal77@ymail.com

ABSTRACT

The availability of 2 million tons / year palm shell waste in Riau Province is a potential source for the manufacture of lightweight structural concrete and an alternative to natural coarse aggregate substitutes. The aim of the study was to determine the value of the planned concrete compressive strength of 21 MPa produced when the palm shell was used as coarse aggregate in the form of a test cylinder, then tested at 7, 14, 21 and 28 days of concrete. Based on the results of testing the compressive strength of structural lightweight concrete using palm shells as coarse aggregate substitutes shows that the average compressive strength at 7 days is 14, 29 MPa, 14 days of age is 17.04 MPa, age 21 days is 18.85 MPa, while the maximum compressive strength at 28 days is an average of 20.79 MPa. The overall compressive strength of lightweight concrete is close to the value of the concrete compressive strength of the 21 MPa plan.

Keywords: palm shell, lightweight concrete, compressive strength.

ABSTRAK

Ketersediaan limbah cangkang sawit 2 juta ton/tahun di propinsi Riau menjadi sumber potensial untuk pembuatan beton ringan struktural ringan dan menjadi alternatif pengganti agregat kasar alami. Tujuan penelitian adalah mengetahui nilai kuat tekan beton rencana sebesar 21 MPa yang dihasilkan bila cangkang sawit digunakan sebagai agregat kasar dalam bentuk silinder uji, selanjutnya diuji pada umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari. Berdasarkan hasil Pengujian kuat tekan terhadap beton ringan struktural dengan menggunakan cangkang sawit sebagai pengganti agregat kasar memperlihatkan bahwa kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 14, 29 MPa, umur 14 hari sebesar 17,04 MPa, umur 21 hari sebesar 18,85 MPa, sedangkan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari rata-rata sebesar 20,79 MPa. Kuat tekan beton ringan yang dihasilkan secara keseluruhan sudah mendekati nilai kuat tekan beton rencana 21 MPa.

Kata kunci: cangkang sawit, beton ringan, kuat tekan

1. Pendahuluan

Ketersediaan limbah cangkang sawit 2 juta ton/tahun di propinsi Riau dan Kabupaten Rokan Hulu sebagai penghasil kelapa sawit terbesar nomor dua di propinsi Riau dengan produktifitas CPO sebesar 989.041 ton per tahun menjadi sumber potensial untuk pembuatan beton ringan struktural ringan dan menjadi alternatif pengganti agregat kasar alami [2]. Dengan jumlah limbah cangkang sawit yang cukup besar, maka perlu dicari solusi untuk memanfaatkannya, salah satunya adalah sebagai bahan untuk pembuatan beton.

Penelitian pada penggunaan cangkang sawit sebagai agregat kasar untuk beton, mampu menghasilkan kuat tekan beton hingga 19,5 MPa dan bahkan mampu mencapai kuat tekan hingga 28,12 MPa [1] sehingga bisa digunakan untuk

menghasilkan beton ringan struktural. Untuk itu perlu dilakukan penelitian penggunaan cangkang sawit terutama kepada masyarakat Riau khususnya di Kabupaten Rokan Hulu sebagai bahan alternatif pengganti agregat kasar alami untuk membangun rumah, dengan keunggulan berat isi beton yang lebih kecil berbanding beton normal.

Klasifikasi Beton Ringan

Menurut ACI 213R-87 beton ringan digolongkan ke dalam tiga kelas [1], yaitu :

1. Berat beton rendah, beton non struktural memiliki berat yang tidak melebihi 800 kg/m^3 , dengan daya konduksi panas rendah dan dengan kuat tekan antara 0,69 MPa ($6,9 \text{ kg/cm}^2$) hingga 6,89 MPa ($68,9 \text{ kg/cm}^2$).
2. Beton struktur, kuat tekan minimum yang harus dicapai 17,24 MPa ($172,4 \text{ kg/cm}^2$), beton ringan

struktur ini biasanya dibuat dengan kuat tekan hingga 34.47 MPa (344,7 kg/cm²).

3. Beton dengan kuat tekan menengah, memiliki kuat tekan diantara berat beton rendah dan beton struktur. Kuat tekan rata-rata 6,89 MPa (68,9 kg/cm²) sampai dengan 17,24 MPa (172.4 kg/cm²).

Bahan Pembentuk Beton Ringan

1) Agregat Ringan

Agregat ringan dikelompokkan berdasarkan ciri dasar yang membentuknya [3] yaitu:

1. Agregat ringan alami, seperti batu apung, agregat yang terbentuk karena letusan gunung merapi dan

batu kapur.

2. Agregat ringan alami yang memerlukan proses lebih lanjut seperti batu tanah liat yang di ekspansikan, *slag* dan *slate*.

3. Agregat ringan sisa buangan produksi industri seperti abu.

2) Cangkang Sawit

Penelitian terhadap cangkang sawit yang digunakan sebagai bahan alternatif pengganti agregat ringan menunjukkan bahwa cangkang sawit memiliki sifat-sifat fisika seperti dalam Tabel 1 berbanding dengan agregat kasar dari batu granit dan pasir sungai [11].

Tabel 1.
Sifat-sifat fisika cangkang sawit (OPS), batu granit dan pasir sungai

Sifat-sifat fisika	Cangkang sawit	Batu granit	Pasir sungai
Ukuran agregat maksimum, mm	12,5	12,5	1,18
Ketebalan cangkang, mm	0,5 – 3,0	-	
Berat isi, kg/m ³	590	1490	1500-1550
Berat jenis (SSD)	1,17	2,59	2,45
<i>Fineness modulus</i>	6,08	6,66	1,40
Abrasi, %	4,90	20,30	-
<i>Aggregate impact value (AIV), %</i>	7,51	13,95	-
<i>Aggregate crushing value (ACV), %</i>	8,00	19,00	-
Penyerapan 24 jam, %	33,0	0,67	3,89

Mannan dan Ganapathy [3] meneliti tentang penggunaan cangkang sawit sebagai agregat kasar,

dengan komposisi perbandingan campuran beton disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Rancangan campuran beton cangkang sawit sebagai agregat kasar dan aditif FDN berdasarkan berat

<i>Mix</i>	<i>Mix proportion C:S:OPS*</i>	<i>Cement contents (kg/m³)</i>	<i>w/c</i>	<i>Super plasticizer FDN (%)</i>	<i>Demould density (kg/m³)</i>
D1	1:1.85:1	400	0,48	1	1859-1868
D2				2	
D3	1:1.89:1.02		0,45	1	1854-1851
D4				2	
D5	1:1.91:1.03		0,43	1	1860-1863
D6				2	
D7	1:1.72:0.94	420	0,48	1	1873-1884
D8				2	
D9	1:1.76:0.95		0,45	1	1883-1894
D10				2	
D11	1:1.78:0.96		0,43	1	1883-1890
D12				2	
D13	1:1.88:1.01	400	0,46	1	1882-1801
D14				0	

Tabel 3.Nilai *slump* dan kuat tekan dari berbagai rancangan campuran

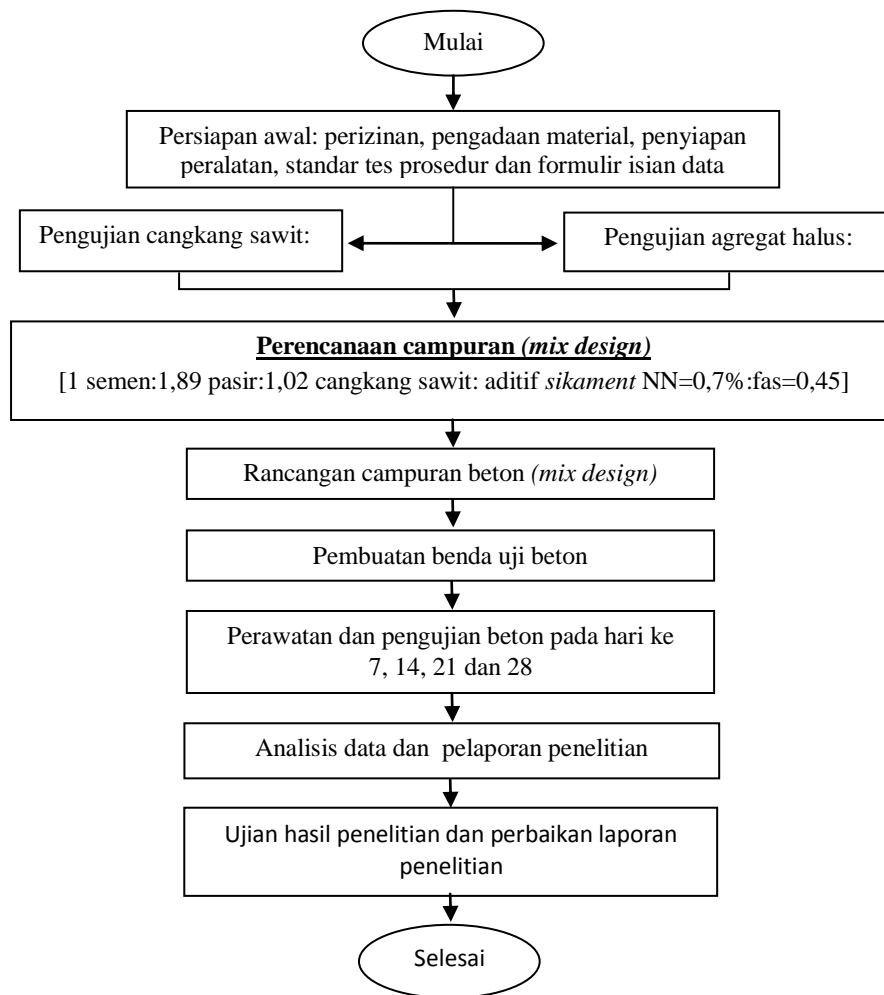
<i>Mix</i>	<i>Mix proportion C:S:OPS</i>	<i>Slump (mm)</i>	<i>28-day compressive strength (N/mm²)</i>
D-1	1:1.85:1	30	19.8
D-2		90	20.8
D-3	1:1.89:1.02	13	21.3
D-4		17	21.0
D-5	1:1.91:1.03	0	21.8
D-6		10	16.3
D-7	1:1.72:0.94	55	20.7
D-8		65	19.9
D-9	1:1.76:0.95	45	21.2
D-10		50	19.8
D-11	1:1.78:0.96	25	20.9
D-12		45	20.7
D-13	1:1.88:1.01	70	19.8
D-14		5	17.6

Job Mix Agregat Ringan

Cara merancang campuran dengan menggunakan agregat ringan tidak berbeda dengan cara merancang campuran dengan agregat biasa [8]. Oleh sebab itu maka prinsip faktor air semen yang berlaku dalam merencanakan beton pada agregat normal berlaku untuk agregat ringan [9]. Cara merencanakan

campuran beton dengan agregat ringan diberikan dalam ACI 21.2-91. Suatu hal yang perlu diperhatikan dalam campuran beton agregat ringan adalah pada kondisi penurunan melebihi 3"- 4", dapat menyebabkan pengasingan (segregasi) dan agregat ringan mudah terapung kepermukaan [4].

2. Metodologi



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Material

Tabel 4.
Hasil pemeriksaan material

Pemeriksaan Agregat Halus	Standar	Pemeriksaan Cangkang Sawit	Standar
Kadar lumpur = 1,7%	< 5%	Kadar lumpur = 0,267%	1%
Bahan organik = warna bening	Warna terang	Abrasi = 4,74%	-
Kadar air = 3,83%	3% - 5%	Kadar air = 4,813	3% - 5%
Berat jenis = 2,60	2,58 - 2,85 gr/cm ³	Berat jenis = 1,36	2,58 - 2,85 gr/cm ³
Berat volume = 1,2-1,53	1,4-1,9 gr/cm ³	Berat volume = 0,480 - 0,703	1,4 - 1,9 gr/cm ³
Gradasi = 3,03	1,5 - 3,8	Gradasi = 6,59	5,0 - 8,0
Penyerapan = 3,78%	2% - 7%	Penyerapan = 12,,71	2% - 7%

3.2 Hasil Pemeriksaan Terhadap Air

Pemeriksaan yang dilakukan pada air hanya secara visual, hal ini disebabkan air PDAM Kabupaten Rokan Hulu memenuhi syarat untuk sumber air pembuatan beton.

C. Rancangan Campuran Beton

Rancangan campuran beton ringan yang akan digunakan adalah mengacu pada penelitian terdahulu, dimana komposisi rancangan campuran menggunakan perbandingan berat, dimana komposisi perbandingan campuran adalah 1 semen : 1,89 pasir : 1,02 cangkang sawit, dengan faktor air semen 0,45

dan selanjutnya akan ditambah dengan bahan tambah *super plasticizer Sikament NN* sebesar 0,75% dari berat semen [3]. Pada penelitian tersebut kebutuhan

semen ditetapkan sebesar 400 kg/m³ beton ringan, hasil perhitungan rancangan campuran beton cara ACI untuk 1m³ adalah sebagai berikut:

Tabel 5.
Job Mix Design beton metode ACI

No	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan	fc' 21 MPa
2	<i>Slump</i>	10 – 50 mm
3	Ukuran agregat maksimum	14 mm
4	Kadar air	180 kg/m ³
5	Faktor air semen	0.45
6	Faktor air semen maksimum	0.45
7	Kebutuhan semen	400 kg/m ³
8	Kebutuhan cangkang sawit	408 kg/m ³
9	Kebutuhan agregat halus	756 kg/m ³
10	Bahan tambah <i>Sikament NN</i>	3 kg
Banyaknya bahan (teoritis)		Semen Agregat halus Cangkang sawit
		(kg) (kg) (kg)
Tiap m ³ campuran		400 756 408

Tabel 6. Jumlah kebutuhan bahan untuk 1 m³ beton ringan

Jenis bahan	Komposisi campuran	Berat	Satuan
Semen	1	400	kg
Pasir	1,89	756	kg
Cangkang sawit	1,02	408	kg
Air	0,45	180	liter
Bahan tambah <i>super plasticizer Sikament NN</i>	0,75%	3	kg

E. Hasil Uji Kuat Tekan Ringan

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan menurut umur rencana

Jumlah sampel	Nilai kuat tekan (MPa)							
	Umur 7 hari	Rata-rata	Umur 14 hari	Rata-rata	Umur 21 hari	Rata-rata	Umur 28 hari	Rata-rata
9	12,90	14,29	16,19	17,04	19,17	18,85	20,35	20,79
	14,88		17,76		19,23		20,35	
	14,38		17,37		18,87		21,80	
	14,40		17,31		18,39		20,82	
	14,21		17,45		19,21		20,39	
	14,18		17,65		18,50		21,63	
	14,38		17,04		18,92		21,14	
	14,26		16,12		19,05		20,11	
	15,02		16,51		18,29		20,55	

PEMBAHASAN

Secara keseluruhan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kuat tekan terhadap beton ringan struktural dengan menggunakan cangkang sawit sebagai pengganti agregat kasar pada masing-masing umur rencana yaitu 7, 14, 21 dan 28 dengan jumlah sampel 36 sampel. Hasilnya

memperlihatkan bahwa kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 14, 29 MPa, umur 14 hari sebesar 17,04 MPa, umur 21 hari sebesar 18,85 MPa, sedangkan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari rata-rata sebesar 20,79 MPa. Kuat tekan beton ringan yang dihasilkan secara keseluruhan sudah mendekati nilai kuat tekan beton rencana 21 MPa.

2. Lebih rendahnya mutu karakteristik beton yang dihasilkan disebabkan karena hal-hal berikut:
 - a. Menjelang pembuatan sampel uji atau pengadukan pembuatan beton, cangkang sawit yang digunakan hanya dicuci beberapa waktu untuk mendapatkan cangkang dalam kondisi SSD, sehingga cangkang sawit tidak sepenuhnya dalam kondisi SSD.
 - b. Tidak dilakukan modifikasi pada agregat campuran antara cangkang sawit dan pasir, sehingga dimungkinkan terjadi penurunan kuat tekan karakteristik beton yang dihasilkan.
 - c. Masih terdapat bagian sisa-sisa kernel (inti sawit) pada cangkang sawit yang bersifat mudah membusuk sehingga dimungkinkan mengurangi kekuatan beton yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Pengujian kuat tekan terhadap beton ringan struktural dengan menggunakan cangkang sawit sebagai pengganti agregat kasar memperlihatkan bahwa kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 14, 29 MPa, umur 14 hari sebesar 17,04 MPa, umur 21 hari sebesar 18,85 MPa, sedangkan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari rata-rata sebesar 20,79 MPa. Kuat tekan beton ringan yang dihasilkan secara keseluruhan sudah mendekati nilai kuat tekan beton rencana 21 MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya disampaikan kepada:

1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, atas bantuan dana penelitian melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2013;
2. Rektor UPP, Ketua LPPM UPP dan Dekan Fakultas Teknik UPP, atas arahan dan bimbingan yang diberikan selama proses penelitian;
3. Kepala Laboratorium Pekerjaan Umum Dinas Bina Marga Kabupaten Rokan Hulu atas

kerjasama dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian;

4. Semua pihak yang turut membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu namanya.

DAFTAR PUSTAKA

1. **American Concrete Institute**, 1995, *ACI Manual of Concrete Practice Part 1-1995*, Michigan: ACI.
2. **Badan Pengolahan Data Elektronik Pemerintah Provinsi Riau**. 17 Pebruari 2006. Profil Perkebunan di Propinsi Riau. Situs Resmi Pemerintah Provinsi Riau Online.
3. **Mannan, M.A. and Ganapathy, C.** 2002, *Engineering Properties of Concrete with Oil Palm Shell as Coarse Aggregate*. Construction and Building Materials Publication. <http://www.accessmylibrary.com/comsite5/bin/comsite5.pl> (May 2007).
4. **Mulyono, Tri.** 2005. *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
5. **Murdock, L. J. dan K. M. Brook.** 1986. *Bahan dan Praktek Beton*. Diterjemahkan oleh Stephanus Hindarko. Jakarta: Penerbit Erlangga.
6. **Neville, A. M.** 1994. *Sifat Konkrit*, diterjemahkan oleh Abd. Ghafar Abd. Rahman dkk, Selangor Darul Ehsan: Dewan Bahasa dan Pustaka.
7. **Sagel, R., Kole, P dan Kusuma, Gideon.** 1994. *Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*, Jakarta. Penerbit Erlangga.
8. **SK SNI S-04-1989-F.** Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Dep. PU, Bandung.
9. **SK SNI T-15-1990-03.** Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Dep. PU, Bandung.
10. **Teo, D. C. L. Mannan, M. A. Kurian, V. J.** 2006. Flexural Behaviour of reinforced Lightweight Concrete Beams Made with Oil Palm Shell (OPS). *Journal of Advanced Concrete Technology* Vol. 4, No. 3. www.j-act.org/headers/4_459.pdf. (12 Februari 2007).
11. **Teo, D. C. L. Mannan, M. A. Kurian, V. J.** 2006. Structural Concrete Using Oil Palm Shell (OPS) as Lightweight Aggregate. *Tubitak Journal. Turkish J. Eng. Env. Sci.* <http://journals.tubitak.gov.tr/engineering/issues/muh-06-30-4/muh-30-4-5-0602-8.pdf>. (12 Februari 2007).