

PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Risky Akbar Yusda¹⁾, Ellyza Chairina²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Komputer,
Universitas Harapan Medan.

²⁾Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Komputer,
Universitas Harapan Medan.

rizkyakbaryusda@gmail.com; chairinaellyza@gmail.com

Abstrak

The growing demand for concrete encourages the use of agricultural waste as eco-friendly materials, one of which is palm oil shells as a substitute for coarse aggregate. This study examined the effect of palm oil shell addition (5% and 7.5%) on concrete compressive strength. Tests on cylindrical specimens at 28 days showed that 5% addition increased strength to 33.24 MPa compared to 32.66 MPa for normal concrete, while 7.5% reduced it to 30.34 MPa. The results indicate that the optimum percentage is 5%, producing concrete with acceptable strength.

Keywords: Concrete, Coarse Aggregate, Compressive Strength

I. PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi paling banyak digunakan karena kekuatan dan daya tahannya. Namun, kebutuhan tinggi terhadap agregat kasar alam menimbulkan masalah ketersediaan serta dampak lingkungan akibat eksploitasi berlebihan.

Di sisi lain, Indonesia sebagai produsen kelapa sawit terbesar menghasilkan limbah cangkang dalam jumlah besar, sekitar 10–15% dari berat buah. Limbah ini umumnya belum dimanfaatkan dan berpotensi mencemari lingkungan. Pemanfaatannya sebagai pengganti agregat kasar menjadi solusi ramah lingkungan sekaligus mendukung pembangunan berkelanjutan.

Cangkang kelapa sawit memiliki berat jenis 1,2–1,4 gr/cm³ dan permukaan kasar yang dapat meningkatkan ikatan dengan pasta semen, meski sifatnya yang ringan dapat memengaruhi kuat tekan beton. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh variasi penggunaan cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari, sehingga dapat diperoleh persentase optimum yang layak digunakan secara teknis serta mendukung prinsip *green construction*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah material konstruksi yang tersusun dari campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Agregat kasar mendominasi 60–75% volume beton, sehingga sifat fisiknya sangat menentukan kualitas beton (Mulyono, 2004). Keterbatasan agregat alam akibat eksploitasi berlebihan mendorong pencarian alternatif ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah industri.

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah padat hasil industri sawit, yang jumlahnya sekitar 10–15% dari berat tandan buah segar (Kementan, 2020). Material ini memiliki berat jenis

1,2–1,4 gr/cm³ serta ketahanan terhadap benturan yang cukup baik (Tay, 1987). Permukaannya yang kasar dapat meningkatkan ikatan pasta semen–agregat, namun sifatnya yang ringan dan bentuk tidak seragam dapat menurunkan kepadatan beton (Mannan & Ganapathy, 2002).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan cangkang sawit dapat menghasilkan beton ringan dengan kekuatan yang masih memenuhi syarat tertentu. Teo et al. (2006) menyatakan beton dengan substitusi cangkang sawit sesuai untuk elemen non-struktural, sementara Apriyanti dan Suryaningsih (2019) menemukan bahwa penambahan 5–10% cangkang masih memberikan ikatan internal yang baik, tetapi persentase lebih tinggi cenderung menurunkan kuat tekan.

Berdasarkan literatur tersebut, cangkang kelapa sawit memiliki potensi besar sebagai agregat kasar alternatif yang ramah lingkungan, sekaligus mendukung pengurangan limbah industri sawit dan ketergantungan pada agregat alam. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan persentase optimum agar kekuatan beton tetap memenuhi standar teknis. Secara sistematis kuat tekan beton dapat ditulis sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan beton (N/mm²)

P = Gaya Tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Tabel 1. Koefisien umur beton

Umur Beton (hari)	Koefisien
3	0,40
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Harapan Medan. Bahan yang digunakan meliputi semen Portland tipe I, pasir sebagai agregat halus, batu pecah sebagai agregat kasar, air PDAM, serta cangkang kelapa sawit yang telah dibersihkan dan disaring sesuai standar gradasi.

Benda uji berbentuk silinder berukuran 15×30 cm dengan tiga variasi campuran, yaitu beton normal (0%), beton dengan substitusi cangkang kelapa sawit 5%, dan 7,5% dari total berat agregat kasar. Proses penelitian meliputi pemeriksaan karakteristik material, perancangan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000, pembuatan benda uji, serta perawatan (curing) selama 14 dan 28 hari.

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan Universal Testing Machine (UTM) sesuai SNI 1974:1990. Data hasil uji kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan beton pada masing-masing umur pengujian.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data yang pertama yang harus dipenuhi yaitu data hasil pemeriksaan dasar agregat halus dan kasar, yaitu:

Tabel 2. hasil pemeriksaan dasar agregat kasar dan agregat halus

Pemeriksaan Dasar Agregat	Hasil
Berat jenis	A. kasar : 2,77 gr/cm³ A. halus : 2,43 gr/cm³
Berat isi	A. kasar : 1,52 gr/cm³ A. halus : 1,35 gr/cm³
Absortion	A. kasar : 0,71 % A. halus : 3,10 %
FM (Modulus Kehalusan)	A. kasar : 7,11 A. halus : 2,64 (Zona 2)

Setelah didapat data dari hasil pemeriksaan dasar agregat, sehingga bisa dilanjut untuk melakukan perencanaan campuran beton (*Mix design*) yang mengacu terhadap SNI 03-2834 (2000). Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton

Setelah didapat data dari hasil pemeriksaan dasar agregat, sehingga bisa dilanjut untuk melakukan perencanaan campuran beton (*Mix design*) yang mengacu terhadap SNI 03-2834 (2000). Setelah

menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton:

- Per tiap m³:
395,53: 600,22 : 1257,31 : 177,12
- Per tiap campuran uji m³:
1,00: 1,52 : 3,18 : 0,45
- Tiap benda uji vol = 0,0053 m³
(1 silinder 15 x 30 cm)
2,10: 3,18: 6,66 : 0,94

Dalam pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*) sesuai perencanaan *mix design*. Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran *slump test* untuk mengetahui nilai penurunan terhadap beton segar. Nilai *slump* rencana yaitu 30 – 60 mm. Nilai *slump test* yang didapat saat penelitian yaitu:

Tabel 3. hasil pengujian slump test

	Beton Normal		Beton CKS 5 %		Beton CKS 7,5 %	
Hari	4	8	4	8	4	8
Tinggi Slump			,5	,5		

Setelah didapat nilai *slump test*, kemudian adonan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah tersedia. Diisi perlahan 1/3 cetakan dengan jumlah tusukan 25 kali hingga cetakan penuh dan terhindar dari udara yang terperangkap. Pelepasan beton dari cetakan setelah 24 jam untuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Setelah pelepasan beton dari cetakan, beton harus direndam di bak perendam hingga umur 14 dan 28 hari untuk melakukan pengujian kuat tekan beton.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan beton normal normal.

B. Uji	Bahan Tambah	Beban Tekan (P) (KN)	f' _c	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan pada beton normal 14 hari				
1	Beton normal	419,5	32,50	
2	Beton normal	408	31,611	32,34
3	Beton	424,75	32,91	

normal				
Kuat tekan pada beton normal 28 hari				
1	Beton normal	491	33,48	
2	Beton normal	463,75	31,62	32,66
3	Beton normal	482,5	32,90	

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan beton normal normal cangkang kelapa sawit 5%.

B. Uji	Bahan Tambah	Beban Tekan (P) (KN)	f'c	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan pada beton normalcangkang kelapa sawit 5%14 hari				
1	Beton normal CKS 5%	415	32,15	
2	Beton dengan CKS 5%	421,5	32,66	32,37
3	Beton normal CKS 5%	417	32,31	
Kuat tekan pada beton normalcangkang kelapa sawit 5% 28 hari				
1	Beton normal CKS 5%	475	32,39	
2	Beton normal CKS 5%	490	33,41	33,92
3	Beton normal CKS 5%	497,5	33,92	

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton normal normal cangkang kelapa sawit 7,5%.

B. Uji	Bahan Tambah	Beban Tekan (P) (KN)	f'c	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan pada beton normal cangkang kelapa sawit 7,5% 14 hari				
1	Beton normal CKS	382,5	29,64	30,22

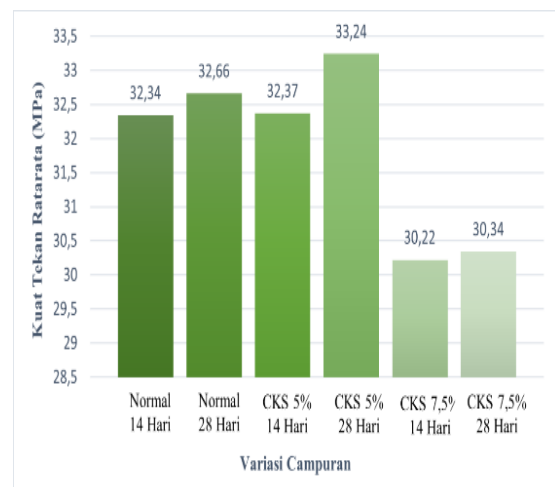
7,5%

2	Beton normal CKS 7,5%	390	30,22
3	Beton normal CKS 7,5%	397,5	30,80

Kuat tekan pada beton normal cangkang kelapa sawit 7,5% 28 hari

1	Beton normal CKS 7,5%	452,5	30,85	
2	Beton normal CKS 7,5%	437,5	29,83	30,34
3	Beton normal CKS 7,5%	445	30,34	

Grafik hasil pengujian kuat tekan beton diumur 14 dan 28 hari,



Gambar 1. Grafik persentase kuat tekan beton 14 hari

Maka perbandingannya,

32,66 MPa : 33,24 MPa : 30,34 MPa

1 : 1,02 : 0,93

Dari hasil kuat tekan 14 dan 28 hari dapat dilihat kesimpulannya bahwa pada persentase variasi cangkang kelapa sawit mengalami kenaikan dengan bahan tambah 5% yang sangat signifikan dari beton normal yang terjadi dan pada variasi cangkang kelapa sawit juga mengalami penurunan dengan bahan tambah 7,5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan cangkang kelapa sawit sebagai pengganti sebagian agregat kasar berpengaruh terhadap kuat tekan beton.
2. Substitusi sebesar 5% mampu meningkatkan kuat tekan beton hingga 33,24 MPa dibandingkan beton normal 32,66 MPa.
3. Substitusi 7,5% menurunkan kuat tekan menjadi 31,78 MPa, sehingga penggunaan optimum berada pada kadar 5%.
4. Secara keseluruhan, pemanfaatan cangkang kelapa sawit dapat dijadikan alternatif material ramah lingkungan pada campuran beton.

5.2 Saran

1. Penelitian lanjutan disarankan untuk mencoba variasi persentase lebih luas (di bawah 5% maupun di atas 7,5%) untuk mendapatkan nilai optimum yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap sifat beton lainnya, seperti kuat tarik, modulus elastisitas, dan durabilitas, agar pemanfaatan cangkang kelapa sawit lebih komprehensif.
3. Penggunaan bahan limbah pertanian ini sebaiknya diteliti dalam skala yang lebih besar agar dapat diaplikasikan secara praktis pada proyek konstruksi ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ACI 363R-92. *State of the art report on high strength concrete*.
- [2]. ASTM C 33. *Tentang Agregat Beton*.
- [3]. Awal, A. S. A., & Shehu, I. A. 2013. *Properties of Concrete Containing High Volume Palm Oil Fuel Ash: A Short-Term Investigation*. *Malaysian Journal of Civil Engineering*.
- [4]. Basri, H. B., Mannan, M. A., & Zain, M. F. M. 1999. *Concrete Using Waste Oil Palm Shells As Aggregate*. *Cement and Concrete Research*, 29(4), 619–622.
- [5]. Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan beton bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971 NI-2)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- [6]. Gunasekaran, K., et al. 2012. *Mechanical And Bond Properties Of Coconut Shell Concrete*. *Construction and Building Materials*, 25(1), 92–98.
- [7]. Hermawan, D. 2022, *Kualitas Pasir sebagai Agregat Halus Ditinjau dari Kadar Lumpur dan Modulus Halus Butir*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. PDF Garuda.
- [8]. Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*.
- [9]. Neville, A. M. 2011. *Properties of Concrete (5th ed.)*. *Pearson Education Limited*