

# PENGARUH ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

*by Ahmad Saiful Haqqi*

---

**Submission date:** 26-Apr-2023 09:21AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2075697855

**File name:** wit\_Sebagai\_Pengganti\_Semen\_Terhadap\_Kuat\_Tekan\_Beton\_Normal.pdf (840.38K)

**Word count:** 2328

**Character count:** 12729



## PENGARUH ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

**Syaifullah Sidik, Rafa'na Rafiqan, Adelina Melati Sukma, dan Ratni Nurwidayati**  
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km. 35.5,  
Banjarbaru, 70714, Indonesia.  
Email: sidiksyaiyullah@gmail.com

### ABSTRAK

Kebutuhan beton meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu bahan penyusun beton adalah semen. Produksi semen dapat menyebabkan efek rumah kaca, untuk mengatasi hal tersebut digunakan bahan-bahan alternatif yang merupakan limbah industri sebagai material pengganti sebagian berat semen. Salah satu inovasi alternatif adalah dengan menggunakan limbah dari kelapa sawit. Mengingat Indonesia adalah salah satu negara terbesar penghasil kelapa sawit salah satunya ada di pulau Kalimantan yang memiliki seluas 837.615 hektar perkebunan kelapa sawit. Salah satu kandungan pada abu cangkang kelapa sawit ini adalah yang dapat meningkatkan mutu beton adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 61%. Pada penelitian ini, reduksi semen oleh abu cangkang kelapa sawit sebesar 10% dari kebutuhan semen. Nilai pengujian slump runtunan didapat dengan melakukan dua kali percobaan yaitu 16 cm dan 9 cm. Nilai rata-rata kuat tekan beton yang didapatkan dari 3 silinder sebesar 33,03 MPa, dengan standart deviasi sebesar 3,272.

**4**  
Kata kunci: abu cangkang kelapa sawit, beton, silika, kuat tekan beton.

### ABSTRACT

The demand for concrete has increased year by year. One of the concretes' component is cement. Cement production can cause a greenhouse effect. The utilization of the alternative materials, which are the industrial wastes to surrogates some amount of cement, can settle down these issues. One of the alternatives innovations is to use palm oil waste. Considering Indonesia is one of the largest producers of oil palm, Kalimantan has cover 837.615 hectares of oil palm plantations. One of the substances of oil palm ash that can enhance the concrete quality is silica ( $\text{SiO}_2$ ) that is up to 61%. In this case, 10% of the cement necessity is being reduced by oil palm ash to minimize the use of cement. The Slump Test conducted two times trials which obtained 16 cm and 9 cm. The average of concrete compressive strength from 3 cylinders is 33.03 MPa, with 3.272 for the standard deviation.

Keywords: oil palm ash, concrete, silica, concrete compressive strength.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Perkebunan kelapa sawit di pulau Kalimantan seluas 837.615 hektar. Hal ini menunjukkan bahwa pulau



Kalimantan juga turut berkontribusi dalam industri perkebunan kelapa sawit. Keberadaan perkebunan kelapa sawit ini, mampu berkontribusi sebesar 71% terhadap produksi *Crude Palm Oil* (CPO) nasional (Nusantara, 2017). Selain menghasilkan CPO, kelapa sawit juga menghasilkan limbah sangat banyak. Dalam 1 ton kelapa sawit akan menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5% atau 65 kg, lumpur sawit (*wet decanter solid*) 4% atau 40 kg, serabut (*fiber*) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50% (Mandiri, 2012). Tentunya hal ini akan berakibat terhadap lingkungan sekitar. Sejauh ini pemanfaatan limbah kelapa sawit hanya digunakan pada beberapa bidang, antara lain adalah pemanfaatan TKKS sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa.

Pemanfaatan limbah lain adalah penggunaan abu cangkang kelapa sawit sebagai *filler* pada campuran aspal jenis *Hot Rolled Sheet* (HRS) pada kadar 3,5 – 5,5%. (Nuswantoro dkk., 2003). Pemanfaatan lain yang sangat besar potensinya adalah sebagai bahan pengganti atau penambah dalam adukan beton karena limbah cangkang (*shell*) memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu sampai 61% (Litbang, 2015) yang mempunyai sifat sebagai pengikat seperti semen.

Di lain pihak semen merupakan salah satu komponen penting dalam campuran beton. Produksi semen meningkat dari 141 kg di tahun 2007 menjadi mencapai 200 kg per kapita di tahun 2011. Hal ini mengakibatkan meningkatnya jumlah emisi karbon dioksida di udara karena proses pembuatan semen. Dalam periode tahun 2012 pabrik semen di pulau Jawa memberikan emisi karbon dioksida sebesar 26.921.591ton dari total 35.500.000ton semen yang diproduksi atau rata-rata 0,77ton CO<sub>2</sub> per ton semen yang diproduksi (Atmaja, 2015). Peningkatan jumlah emisi CO<sub>2</sub> tentu berdampak pada kerusakan lingkungan. Karena perkembangan ketekniksipil dalam bidang konstruksi juga terus berkembang, maka kebutuhan semen akan terus meningkat yang akan berdampak pada lingkungan. Sehingga diperlukan adanya upaya untuk mencari bahan pengganti atau alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan sebagai pengganti semen. Salah satu inovasi alternatif adalah bahan-bahan terbarukan seperti limbah perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk menggunakan abu dari pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton. Pemanfaatan abu kelapa sawit sebagai pengganti sebagian semen menghasilkan rasio air terhadap binder yang lebih tinggi dan memperlambat terjadinya initial dan final setting beton (Tangchirat dkk. 2007). Kuat tekan beton dengan 10-30% abu kelapa sawit sebagai pengganti semen lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton normal (Tangchirapat dkk. 2009).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan campuran bertujuan untuk mengetahui karakteristik bahan yang digunakan pada proses penelitian ini. Pemeriksaan yang dilakukan dilaboratorium adalah:

1. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 03-1958-1990.
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 1969-2008.
3. Pemeriksaan berat isi agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 03-4804-1998.

### 2.2 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran bahan dalam pembuatan beton (*mix design*) yang berbentuk silinder ukuran 15x30 cm yang dibuat sebanyak 3 silinder. Tata cara pembuatan mix design



1

berpedoman pada SNI 03-2834-2002. Percobaan perencanaan beton bertujuan untuk mengetahui proporsi bahan campuran beton sesuai dengan mutu beton  $f'c$  35 MPa.

### 2.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik beton. Kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari menggunakan mesin penekan. Hasil dari pengujian kuat tekan ini dapat menunjukkan baik tidaknya mutu pelaksanaan beton. Jika mutu pelaksanaan tepat dan benar, maka akan didapat mutu beton sesuai dengan yang diinginkan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Uji Material

Pengujian agregat dan bahan dilakukan untuk mengetahui kondisi agregat sebagai penyusun beton, yang selanjutnya diketahui kelayakan dari bahan dan agregat tersebut.

#### 3.1.1. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang dipakai adalah material yang berasal dari Merapi. Adapun hasil pengujian agregat kasar dari materialnya dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan untuk pengujian analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil	Satuan
1	Bulk specific gravity	2,37	
2	Bulk specific gravity SSD	2,47	
3	Apparent specific gravity	2,63	
4	Absorption	4,23	%
5	Berat Isi	1388,98	Kg/m <sup>3</sup>

Tabel 2. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

No. Ayakan	Sisa Ayakan (gram)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang melalui ayakan
3/4	234	23,4	766
1/2	456	45,6	310
3/8	283	28,3	27
No. 4	26	2,6	1
No. 8	1	0,1	0
No. 30	0	0	0
No. 50	0	0	0
No. 100	0	0	0
No. 200	0	0	0

#### 3.1.2. Pengujian Agregat Halus

Agregat halus yang dipakai adalah material yang berasal dari Merapi. Adapun hasil pengujian agregat kasar dari materialnya dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan untuk pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.



**Tabel 3.** Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Uraian	Hasil	Satuan
1	Bulk specific gravity	1,976	
2	Bulk specific gravity SSD	2,28	
3	Apparent specific gravity	2,82	
4	Absorption	15,1	%
5	Berat Isi	1346,123	Kg/m <sup>3</sup>

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

No. Ayakan	Sisa Ayakan (gram)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang melalui ayakan (gram)	Persen Kumulatif Tertinggal
<b>4,75</b>	2,06	2,06	97,94	2,06
<b>2,36</b>	8,35	8,35	89,59	10,41
<b>1,18</b>	27,23	27,23	62,36	37,64
<b>0,6</b>	31,17	31,17	31,19	68,81
<b>0,3</b>	20,12	20,12	11,07	88,93
<b>0,15</b>	10,63	10,63	0,44	99,56
<b>0,075</b>	0,38	0,38	0,06	-
<b>Sisa</b>	0,06	0,06	-	-

Bahan tambah yang digunakan adalah berupa:

- Abu cangkang kelapa sawit, limbah cangkang kelapa sawit diambil dari pabrik Kelapa Sawit Pelaihari, Kalimantan Selatan. Persentase abu cangkang kelapa sawit adalah 10%.
- Superplasticizer, digunakan tipe Master Glenium<sup>®</sup> ACE 8590.

### 3.2 Pembuatan Rencana Campuran Beton

Dalam pembuatan rencana campuran beton pada penelitian ini berdasarkan metode SNI 03-2838-2002 "Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal". Terdapat beberapa acuan dalam pembuatan rencana campuran beton pada penelitian ini yaitu:

- Kuat tekan karakteristik ( $f'_c$ ) yang direncanakan 28 hari : 35 MPa
- Kuat tekan rata-rata beton dengan nilai margin 7 MPa, maka nilai  $f'_{cr} = 35 + (1,64 \times M) = 46,5$  MPa.
- Jenis semen yang digunakan adalah semen tipe I.
- Jenis agregat kasar yang dipakai adalah batu pecah, dan nutuk agregat halus adalah alami.
- FAS semen 0,41
- Ukuran agregat maksimum 40 mm.

Pada penelitian ini akan dibuat 3 buah sampel. Dengan data acuan diatas maka dibuatlah campuran beton untuk kebutuhan 3 silinder seperti terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kebutuhan Campuran Beton Untuk 3 Silinder

Semen (kg)	Abu Cangkang Sawit (kg)	Air (liter)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Master Glenium (liter)
7,12	0,79	4,1	8,55	17,37	0,041



### 3.3 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan dengan slump runtuhan dan bukan slump flow, dalam pengujian slump dilaksanakan dengan cara memasukan slump didalam alat uji dan ditumbuk 25 kali dalam 3 lapis, dan di ukur keruntuhan pada slump. Hasil pengujian slump terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Slump

Percobaan	Kadar Air	Penurunan ( cm)	Keterangan
1	Normal	16	Dengan Master Glenium
2	Normal	9	Dengan Master Glenium

### 3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SN 1974:2011. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

No. silinder	Umur (hari)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Max (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
1	28	176,625	64468	170	36,5
2	28	176,625	52988	170	30
3	28	176,625	57580	175	32,6

Karena benda uji dibuat beberapa benda uji tentu hasil pengujian akan berbeda-beda masing-masing benda ujinya. Dan kita perlu menentukan standard deviasi dalam menentukan perkiraan faktor perbedaan (penyimpangan atau deviasi). Berikut ini cara untuk menentukan nilai standard deviasi:

#### 1. Standard Deviasi (Sd)

$$\text{Standard Deviasi (Sd)} = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{(n-1)}} \quad \dots(1)$$

Dimana :

X<sub>rt</sub> = kuat tekan rata-rata

X<sub>i</sub> = penyimpangan selisih benda uji ke-i

N = banyaknya benda uji

#### 2. Kuat Tekan Rata-rata (X<sub>rt</sub>) Benda Uji

$$X_{rt} = (36,5 + 30 + 32,6)/3 = 33,03 \text{ MPa}$$

#### 3. Penyimpangan Selisih Masing-Masing Benda Uji

- Benda Uji 1 = (X<sub>1</sub>-X<sub>rt</sub>) = (36,5-33,03) = 3,47 MPa
- Benda Uji 2 = (X<sub>2</sub>-X<sub>rt</sub>) = (30-33,03) = -3,03 MPa
- Benda Uji 3 = (X<sub>3</sub>-X<sub>rt</sub>) = (32,6-33,03) = -0,43 MPa

#### 4. Nilai (X<sub>i</sub>-X<sub>rt</sub>)<sup>2</sup> Benda Uji

- Benda Uji 1 = (X<sub>1</sub>-X<sub>rt</sub>)<sup>2</sup> = (36,5-33,03)<sup>2</sup> = 3,47<sup>2</sup> = 12,0409
- Benda Uji 2 = (X<sub>2</sub>-X<sub>rt</sub>)<sup>2</sup> = (30-33,03)<sup>2</sup> = -3,03<sup>2</sup> = 9,1809
- Benda Uji 3 = (X<sub>3</sub>-X<sub>rt</sub>)<sup>2</sup> = (32,6-33,03)<sup>2</sup> = -0,43<sup>2</sup> = 0,1849



$$\text{Jumlah } \sum(X_i - X_{rt})^2 = 21,4067$$

$$\text{Maka, nilai standart deviasinya} = \sqrt{\frac{21,4067}{(3-1)}} = 3,272$$

Tabel 8 memperlihatkan besar penyimpangan dan hasil standart deviasi dari hasil pengujian.

**Tabel 8.** Nilai Hasil Standard Devisi

No	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata benda uji	Penyimpangan (selisih)	Kuadrat Penyimpangan	Standart Deviasi
1	36,5	33,03	3,47	12,0409	3,272
2	30	33,03	-3,03	9,1809	3,272
3	32,6	33,03	-0,43	0,1849	3,272

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan pada pelaksanaan inovasi beton ramah lingkungan ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan abu kelapa sawit dapat mengurangi limbah bekas pembakaran produksi kelapa sawit yang tidak terpakai menjadi bahan untuk mereduksi penggunaan semen.
- Kuat tekan rata-rata beton dengan menggunakan abu limbah kelapa sawit adalah sebesar 33,03MPa pada umur 28 hari.

#### ACKNOWLEDGMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat dan PT WASAKA TOMO ENGINEERING JAKARTA yang telah membantu perjalanan para penulis dalam lomba "Innovation of Green Concrete Competition" Civil Engineering Days 2019, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 26 April 2019.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Atmaja, I. G. D. 2015. Industri Semen dan Emisi Carbon Dioxide (Co2) di Pulau Jawa. *Media Bina Ilmiah*, 9(2): 63-65.
- Haryanti, A., Norsamsi., Sholiha, P. S. F., & Putri, N. P. 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*, 3(2): 20-22.
- Huda, S. J. (n.d.). *Dampak Limbah Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Kerusakan Lingkungan*. Retrieved from [www.academia.edu: https://www.academia.edu/28754185/Dampak\\_Limbah\\_Pabrik\\_Kelapa\\_Sawit\\_Terdapap\\_Kerusakan\\_Lingkungan.pptx](http://www.academia.edu/28754185/Dampak_Limbah_Pabrik_Kelapa_Sawit_Terdapap_Kerusakan_Lingkungan.pptx)
- Litbang, B. 2015. Pemanfaatan Sabut Dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Sumber Silika Alternatif. <http://balitka.litbang.pertanian.go.id/pemanfaatan-sabut-dan-cangkang-kelapa-sawit-sebagai-sumber-silika-alternatif/?lang=en>, diakses 6 Januari 2019.
- Mandiri. 2012. Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan. Jakarta.



- 
- Nusantara, P. M. 2017. <sup>6</sup> <sup>5</sup> <sup>6</sup> Provinsi Produsen Terbesar Sawit Nasional. [www.infosawit.com/news/6026/5-provinsi-produsen-terbesar-sawit-nasional](http://www.infosawit.com/news/6026/5-provinsi-produsen-terbesar-sawit-nasional). diakses 6 Januari 2019
- Nuswantoro, W., Desriantomy., & Edwin. 2003. Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Tambahan Filler Pada Campuran Aspal Panas Jenis Hot Rolled Sheet (HRS). *Rekayasa Rancang Bangun*, 4(2): 75-82.
- <sup>3</sup> Tangchirapat, W., Saeting, T., Jaturapitakul, C., Kiattikomol, K., Siripanichgorn, A. 2007. Use of waste ash from palm oil industry in concrete, *Waste Management*, 27:1–88.
- Tangchirapat, W., Jaturapitakul, C., dan Chindaprasirt, P. 2009. Use of palm oil fuel ash as a supplementary cementitious material for producing high-strength concrete, *Construction and Building Materials*, 23: 2641–2646



# PENGARUH ABU CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

## ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Institut Teknologi Kalimantan Student Paper	3%
2	repo.bunghatta.ac.id Internet Source	3%
3	publisher.uthm.edu.my Internet Source	2%
4	Fauzi Rahman, Fathurrahman Fathurrahman. "Pemanfaatan Hasil Pembakaran Limbah Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengganti Pasir pada Pembuatan Beton Normal", Media Ilmiah Teknik Sipil, 2017 Publication	2%
5	digilib.ulm.ac.id Internet Source	2%
6	www.infosawit.com Internet Source	2%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%