

# PEMANFAATAN ABU BOILER CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON

Hengky Christian Gunawan <sup>1)</sup> Chrisna D, Mungok<sup>2)</sup>., Yoke Lestyowati<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Tanjungpura, Pontianak

## *Abstrak*

*Beton yang digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat serta bahan tambah berupa bahan kimia, serat, bahan non kimia sesuai kebutuhan. Indonesia merupakan salah satu negara agraris terbesar di dunia yang memiliki kekayaan alam diantaranya kelapa sawit. Limbah kelapa sawit dapat dipergunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton untuk memperbaiki kinerja beton yaitu abu kerak boiler pada kelapa sawit yang terdapat di mesin boiler. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit adalah Pozzolan buatan yang berasal dari kerak boiler yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 500 -700°C pada dapur dungku boiler dan merupakan biomass dengan kandungan silica (SiO<sub>2</sub>). Pemilihan abu kerak boiler cangkang kelapa sawit sebagai bahan campuran semen pada beton karena melimpahnya abu kerak boiler cangkang kelapa sawit di pabrik dan adanya kandungan Silica (SiO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi tanpa mengurangi kualitas beton.*

Kata kunci : Beton, Kelapa Sawit, Abu Kerak Boiler, Pozzolan.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan perencanaan bangunan. Penggunaan beton memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya mempunyai kuat tekan yang tinggi, perawatan dan pembentukan yang mudah dapat dibuat dalam volume yang besar serta mudah mendapatkan bahan penyusunnya. Penelitian telah banyak dilakukan guna memperoleh teknologi beton yang lebih baik misalnya tentang penambahan bahan *admixture* yang bertujuan mengurangi pemakaian semen agar lebih ekonomis, tanpa menghilangkan sifat dari karakteristik beton itu sendiri. Salah satu dari hasil penelitian adalah pemanfaatan terhadap limbah buangan agrikultur dan industri yang tidak digunakan semaksimal mungkin.

Berdasarkan data, Indonesia merupakan salah satu negara agraris terbesar dunia yang memiliki kekayaan alam dari hasil perkebunan diantaranya perkebunan kelapa sawit. Hampir seluruh daerah di Indonesia memiliki lahan kelapa sawit yang luas dan tidak menutup kemungkinan limbah kelapa sawit akan melimpah pula. Sejauh ini sebagian limbah kelapa sawit telah dimanfaatkan antara lain produksi pupuk kompos dan beberapa industri papan telah memanfaatkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), pelepah serta batang pohon sawit menjadi produk yang bermutu tinggi yakni papan semen, papan artikel, papan gypsum maupun papan berlapis. Dalam hal ini penulis ingin meneliti salah satu limbah dari pabrik sawit lainnya yaitu abu kerak boiler pada kelapa sawit yang terdapat di mesin boiler sebagai penguat campuran semen.

Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 500-700 °C pada dapur tungku boiler yang dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit merupakan biomass dengan kandungan silica ( $\text{SiO}_2$ ) yang potensial untuk dimanfaatkan. Berdasarkan data pabrik salah satu perusahaan kelapa sawit PT. PN Nusantara II Padang Brahrang menunjukkan lebih dari 10 ton/minggunya menghasilkan cangkang dan serabut buah sawit yang dimanfaatkan sebagai bahan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan menghasilkan  $\pm$  3-5 ton/minggu kerak boiler.

Namun selama ini, pemanfaatan limbah ini hanya sebagai pengeras jalan. Adapun pemilihan abu kerak boiler cangkang kelapa sawit sebagai bahan campuran semen pada beton yaitu :

- a. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit sisa pembakaran dari Pabrik Kelapa sawit cukup melimpah
- b. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit memiliki kandungan Silica ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi, sehingga dimungkinkan menjadi bahan campuran semen tanpa mengurangi kualitas beton

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pemanfaatan abu boiler cangkang kelapa sawit sebagai bahan campuran bahan penyusun beton merupakan pilihan yang baik karena bahan mudah didapat khususnya di Pulau Kalimantan dan Sumatera yang dikenal sebagai panghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia. Kandungan silika yang tinggi dapat meningkatkan kuat desak beton merupakan faktor terpenting dalam pemilihan bahan ini. Jika ingin beton berkualitas baik dalam arti memenuhi

persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton yang baik dan beton yang dihasilkan juga baik.

- a. Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat.
- b. Pozzolan adalah bahan alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat dan aluminat yang reaktif. Pozzolan adalah bahan tambah mineral yang dimaksud untuk memperbaiki kinerja beton.
- c. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit merupakan pozzolan buatan yang berasal dari kerak boiler yang mengalami proses pengilingan atau yang telah dihaluskan.
- d. Bahan-bahan penyusun beton yaitu : semen portland, air, agregrat kasar, agregrat halus,

Tabel 1. Komposisi Kimia Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit

No.	Kandungan	Nilai	Satuan
1	$\text{SiO}_2$	89,91	%
2	$\text{CaCO}_3$	2,47	%
3	$\text{MgCO}_3$	0,73	%
4	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,19	%
5	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,001	%

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Adapun prosedur yang digunakan dalam penelitian ini berisikan tentang bahan dan alat yang digunakan, jalan penelitian yang akan menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data. Tahapan penelitian yaitu :

- a) Studi terhadap literatur yang sesuai dengan permasalahan yang sedang dihadapi

- b) Pelaksanaan penelitian
- c) Pengumpulan data dan peralatan penelitian
- d) Analisa dan pengujian material

Adapun rincian pekerjaan secara garis besar, yakni sebagai berikut :

- a) Pengujian dan pemeriksaan terhadap semua material campuran penyusun beton
- b) Pengujian kuat tekan terhadap uji beton pada hari ke 3, 7, 14 dan 28 hari
- c) Pengujian sampel silinder beton konvensional untuk uji kuat tekan

- dan modulus elastisitas yang dilakukan sesuai umur masing-masing sejak pembuatan benda uji
- d) Data analisis secara sistematis.

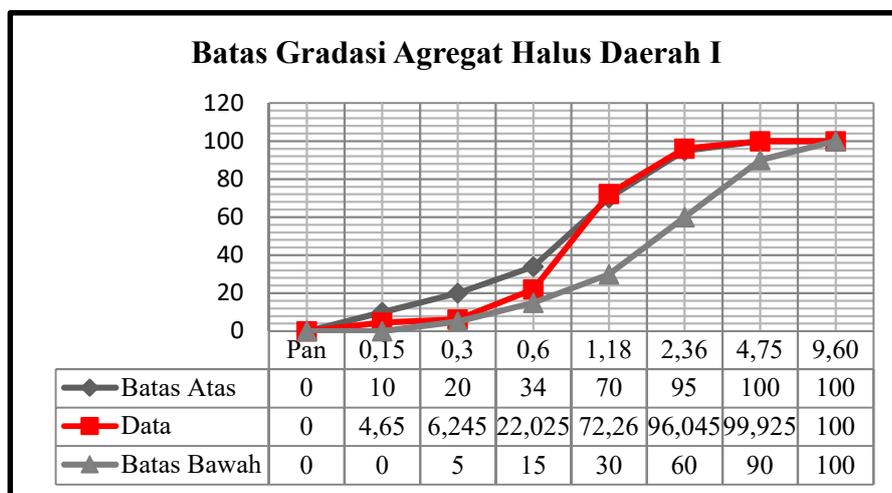
#### 4. PEMBAHASAN

Analisis dilakukan untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan dari benda uji dengan menggunakan sebagai penyusun beton yang telah diuji sesuai prosedur yang berlaku. Analisis ini juga dimaksudkan untuk mengetahui layak atau tidaknya bahan tersebut untuk dipergunakan dalam pembuatan campuran adukan.

#### 4.1 Analisa Gradasi Pada Pasir

Tabel 2. Analisa Gradasi Pada Pasir

ANALISA GRADASI PADA PASIR						
No Saringan	Berat Wadah (Gram)	BW + Benda Uji (Gram)	Berat Tertahan		Kumulatif (%)	
			(Gram)	(%)	Tertahan	Lolos
9,60	542,800	542,800				100
4,75	510,900	512,400	1,500	0,075	0,075	99,925
2,36	496,000	573,600	77,600	3,880	3,955	96,045
1,18	455,300	931,000	475,700	23,785	27,740	72,260
0,6	419,900	1424,600	1004,700	50,235	77,975	22,025
0,3	390,600	706,200	315,600	15,780	93,755	6,245
0,15	372,300	404,200	31,900	1,595	95,350	4,650
Pan	272,700	365,700	93,000	4,650	100	0,000
	Jumlah		2000,000	100,000	298,850	
				Find Modulus		2,989

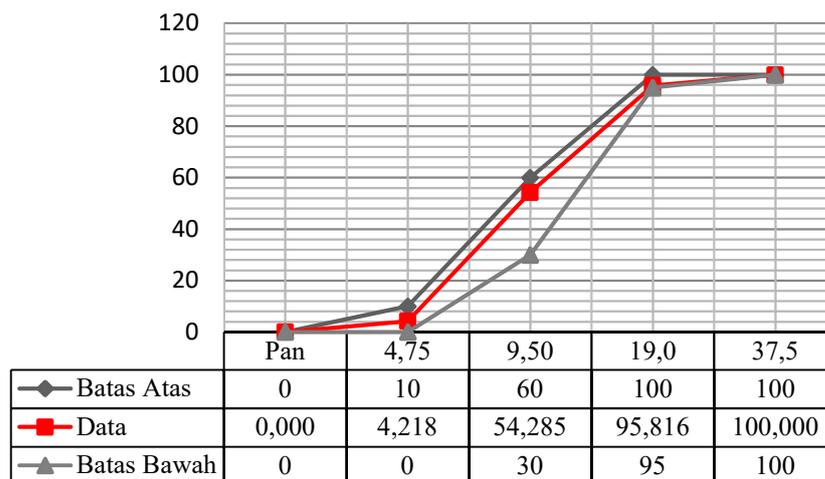


Gambar 2. Batas Gradasi Agregat Halus Daerah I

## 4.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Tabel 3. Analisa Gradasi Agregat Kasar

ANALISA GRADASI PADA BATU						
No Saringan	Berat Wadah (Gram)	BW + Benda Uji (Gram)	Berat Tertahan		Kumulatif (%)	
			(Gram)	(%)	Tertahan	Lolos
76,0					0.000	100.000
37,5	541.200	541.200	0.000	0.000	0.000	100.000
19,0	542.500	642.500	100.000	4.184	4.184	95.816
9,50	542.700	1535.300	992.600	41.531	45.715	54.285
4,75	510.800	1707.400	1196.600	50.067	95.782	4.218
Pan	272.700	373.500	100.800	4.218	100.000	0.000
			2390.000	100.000	245.682	
<b>Find Modulus</b>					6.457	

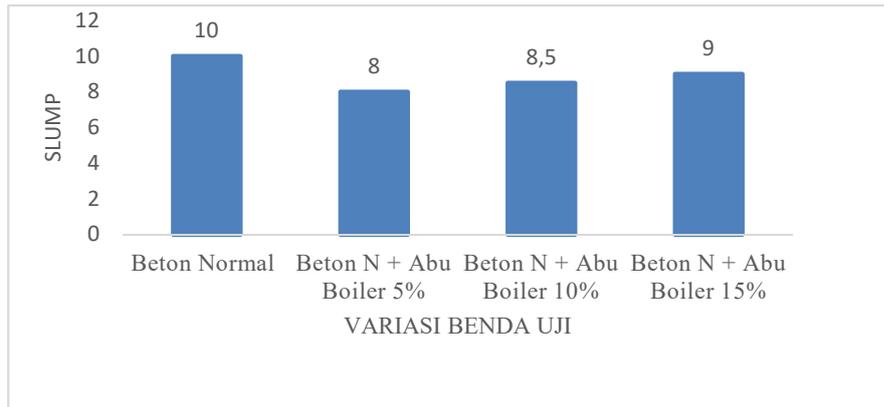


Gambar 3. Batas Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm

## 4.3 Hasil Pengujian Uji Slump

Tabel 4. Hasil Uji Slump

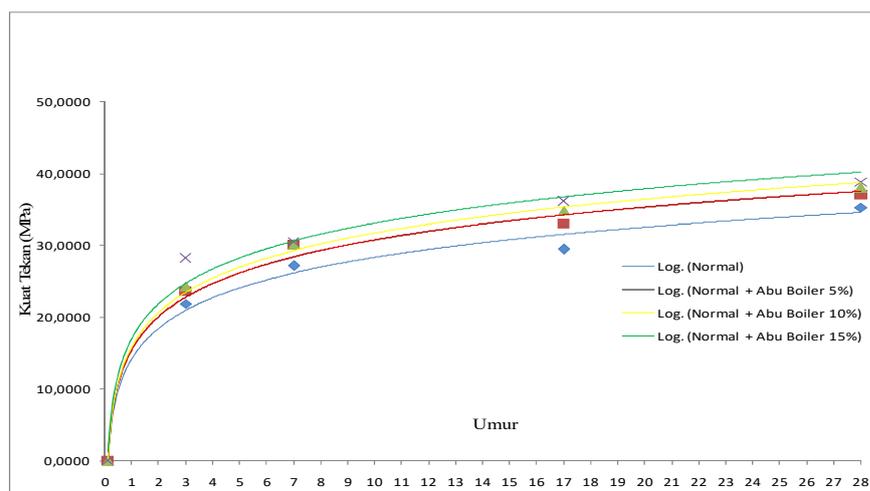
No	Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Slump
1	Beton Normal	16-Sep-16	10 cm
2	Beton N + Abu Boiler 5%	16-Sep-16	8 cm
3	Beton N + Abu Boiler 10%	15-Sep-16	8,5 cm
4	Beton N + Abu Boiler 15%	15-Sep-16	9 cm



Gambar 4. Hasil Uji Slump

#### 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 5. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan Kuat Tekan Beton Normal Penambahan Abu Boiler

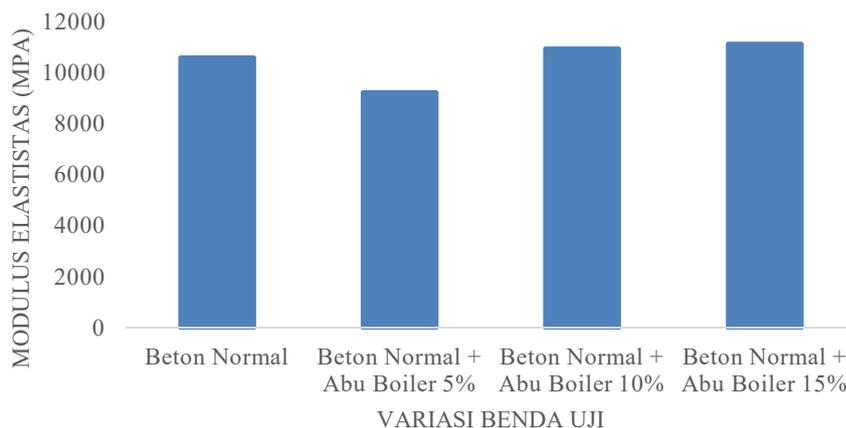


Gambar 5. Perbandingan Kuat Tekan Beton dan Umur Beton

#### 4.5 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Tabel 6. Perbandingan Hasil Modulus Elastisitas Beton Normal dengan Beton Normal Penambahan Abu Boiler

Benda Uji	$\sigma_{max}$	$\sigma_{max}$ pada 20% $y_{max}$		$\sigma_{max}$ pada 40% $y_{max}$		Ec
	MPa	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	
Normal	36,80113	0,000506	0,00364	0,001288	0,002858	9408,837
Normal	36,80113	0,000498	0,003695	0,001251	0,002942	9774,949
Normal	39,63199	0,000468	0,004231	0,001102	0,003598	12518,66
Ec rata-rata (MPa)						10567,48
N+AB5%	33,97028	0,000527	0,003224	0,001529	0,002222	6779,759
N+AB5%	33,68719	0,000403	0,002784	0,001052	0,002136	10392,88
N+AB5%	33,97028	0,000456	0,003721	0,001106	0,003072	10461,96
Ec rata-rata (MPa)						9211,533
N+AB10%	25,47771	0,000356	0,003583	0,000816	0,003123	11068,17
N+AB10%	31,13942	0,000406	0,003832	0,000946	0,003293	11546,16
N+AB10%	31,13942	0,000503	0,006195	0,001116	0,005582	10158,14
Ec rata-rata (MPa)						10924,16
N+AB15%	33,97028	0,000509	0,00667	0,001122	0,006058	11097,43
N+AB15%	34,53645	0,00047	0,003671	0,001157	0,002984	10055,21
N+AB15%	33,97028	0,000478	0,007114	0,001036	0,006555	12155,05
Ec rata-rata (MPa)						11102,56



Gambar 6. Modulus Elastisitas Beton Normal dan Beton Normal dengan Penambahan Abu Boiler

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan terhadap kuat tekan beton dan modulus elastisitas untuk beton normal dengan variasi

pozzolan berupa Abu Boiler, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan didapatkan hasil sebagai berikut :
  - b. Kuat tekan rata-rata beton normal umur 3 hari didapat 21,892 MPa, padahal dengan penambahan Abu Boiler 5% naik menjadi 23,590 MPa, sedangkan dengan penambahan Abu Boiler 10% naik menjadi 24,251 MPa dan penambahan Abu Boiler 15% naik menjadi 28,214 MPa.
  - c. Kuat tekan rata-rata beton normal umur 7 hari didapat 27,176 MPa, padahal dengan penambahan Abu Boiler 5% naik menjadi 30,007 MPa, sedangkan dengan penambahan Abu Boiler 10% naik menjadi 30,101 MPa dan penambahan Abu Boiler 15% naik menjadi 30,479 MPa.
  - d. Kuat tekan rata-rata beton normal umur 17 hari didapat 29,441 MPa, padahal dengan penambahan Abu Boiler 5% naik menjadi 33,027 MPa, sedangkan dengan penambahan Abu Boiler 10% naik menjadi 34,914 MPa, dan penambahan Abu Boiler 15% naik menjadi 36,141 MPa.
  - e. Kuat tekan rata-rata beton normal umur 28 hari didapat 35,291 MPa, padahal dengan penambahan Abu Boiler 5% naik menjadi 36,990 MPa, sedangkan dengan penambahan Abu Boiler 10% naik menjadi 38,028 MPa dan penambahan Abu Boiler 15% naik menjadi 38,783 MPa
  - f. Berdasarkan hasil penelitian modulus elastisitas didapatkan hasil berikut :

- g. Beton normal dengan penambahan Abu Boiler 5% mengalami penurunan dikarenakan pada saat pengetasan salah satu benda uji ada kesalahan teknis yaitu lupa melepaskan baut yang berada di alat.
- h. Dari hasil pemeriksaan modulus elastisitas beton bahwa modulus elastisitas rata-rata beton normal dengan penambahan Abu Boiler 15% sebesar 11102,563 MPa, Abu Boiler 10% sebesar 10924,157 MPa, Abu Boiler 5% sebesar 9211,533 MPa dan beton normal sebesar 9408,836 MPa.

## 5.2. Saran

Untuk menindak lanjuti penelitian ini, diperlukan beberapa koreksi yang harus diperhatikan agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran-saran yang dapat penulis berikan yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai berikut :

- a. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit sebelum dilakukan pengecoran sebaiknya dikeringkan dahulu.
- b. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit sebelum dilakukan pengecoran sebaiknya diayak lolos saringan no 200 dahulu.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 2049-2004: **Semen Portland**. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2002. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 03-6805-2002: **Metode Pengujian Untuk Mengukur Nilai Kuat Tekan**. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 03-1968-1990: **Metode Pengujian Analisa Saringan**. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2000. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 03-2834-2000: **Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal**. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 1990. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 03-1973-1990: **Metode Pengujian Berat Isi Beton**. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2011. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 2493-2001: **Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lab**. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 1972-2008: **Cara Uji Slump Beton**. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 1990. Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 03-1974-1990: **Metode Pengujian Kuat Tekan Beton**. Jakarta

*Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan dan Kontruksi*. Pontianak: Labolatorium Bahan dan Kontruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

