

STUDI LABORATORIUM PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN KARBON CANGKANG KELAPA SAWIT DAN ARANG BATOK KELAPA TERHADAP STRENGTH SEMEN PEMBORAN

Novrianti

Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jalan Kaharuddin Nst No.113 Marpoyan Pekanbaru 28284
novrianti@eng.uir.ac.id

Abstrak

Penyemenan merupakan salah satu proses penting dalam pemboran. Kualitas semen yang baik akan dapat mengurangi masalah-masalah yang sering terjadi dalam operasi pemboran sekaligus akan menjamin daya tahan lubang bor agar dapat bertahan lebih lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi temperature pemanasan karbon cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa terhadap strength semen pemboran. Penelitian ini fokus pada compressive strength dan shear bond strength yang merupakan dua parameter yang mencerminkan kualitas kekuatan semen. Nilai compressive strength dan shear bond strength diperoleh dari uji pembebanan biaksial. Sebelum melakukan tes, berbagai sampel semen dengan variasi temperature pemanasan yang berbeda dari additive disiapkan untuk pencampuran, pengeringan dan proses pengerasan. Hasil dari tes menunjukkan bahwa nilai compressive strength dan shear bond strength optimum untuk masing – masing additive diperoleh pada temperature pemanasan 700⁰C. Nilai compressive strength dan shear bond strength semen dengan tambahan additive arang batok kelapa lebih tinggi dibandingkan dengan semen yang ditambahkan additive karbon cangkang kelapa sawit.

Kata kunci: *Compressive Strenght, Shear Bond Strenght, Penyemenan, Cangkang Kelapa Sawit, Arang Batok Kelapa*

Abstract

Cementing is one of the important processes in the drilling. A good quality bonding of cement will be able to reduce the problems that often occur in drilling operations at the same time can prolong the oil- well lifetime. This study aimed to observe the effect of heating temperature variation oil palm shell carbon and coconut shell charcoal on the strength of cement. This study focuses on the compressive strength and shear bond strength which are the two parameters that reflect the quality of cement strength. Value compressive strength and shear bond strength is obtained from biaxial loading test. Before conducting the test, various samples of cement with different heating temperature variation of additive prepared for mixing, drying and hardening process. The results of the tests showed that the compressive strength and shear bond strength optimum for each additive obtained at temperatures of 700 °C. Compressive strength and shear bond strength of cement with the addition of charcoal additive is higher than the cement additive added carbon palm shell.

Keywords : *Compressive Strenght, Shear Bond Strenght, cementing, Palm Shell Carbon , Coconut Shell Charcoal*

1. Pendahuluan

Operasi penyemenan merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi yang berfungsi untuk melekatkan casing pada dinding lubang sumur, melindungi casing dari masalah-masalah mekanis sewaktu operasi pemboran berlangsung, melindungi casing dari fluida formasi yang bersifat korosi dan untuk sebagai pemisah antar lapisan formasi di belakang casing (Burgoyne, Adam T. Jr, 1986).

Keberhasilan operasi penyemenan dapat mengurangi jumlah pekerjaan *workover* dan memperpanjang *lifetime* sumur migas. Kegagalan dalam operasi penyemenan akan berakibat buruk dalam tahap produksi sehingga kualitas ikatan semen perlu diperhatikan. Baik atau tidaknya kualitas ikatan semen dapat ditentukan dari nilai *compressive strength* dan *shearbond strength* suatu semen. *Compressive strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan tekanan yang berasal dari formasi dan casing atau menahan tekanan pada arah

horizontal sedangkan *shear bond strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan berat casing atau menahan tekanan pada arah vertikal.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kekuatan semen pemboran dengan menambah material yang bersifat pozzolanik pada semen bersama – sama dengan tambahan bahan kimiawi pada campuran bubuk semen. Salah satu upaya yang dilakukan adalah melakukan penelitian dan percobaan menggunakan partikel *nanosilica* (SiO_2), Oksida besi (Fe_2O_3), dan aluminium oksida (Al_2O_3) telah banyak digunakan untuk meningkatkan *strength* dan mengurangi *filtration loss* pada saat operasi penyemenan. (V. Ershadi, 2011). Menurut ASTM C618-93 bahan *additive* yang mempunyai komposisi kimia silica oksida (SiO_2), Oksida besi (Fe_2O_3), dan aluminium oksida (Al_2O_3) lebih tinggi dari 70% dapat dimanfaatkan sebagai bahan *additive*.

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah. Jenis tumbuhan yang banyak terdapat di Indonesia dan dapat digunakan sebagai aditif antara lain cangkang kelapa sawit (Palm shell carbon) dan arang batok kelapa (coconut shell charcoal). Cangkang kelapa sawit memiliki kadar silika sekitar 92% (Tjutju Nurhayati et al., 2005). Hal ini mengindikasikan bahwa cangkang kelapa sawit dapat menjadi material *pozzolanik*. Material *pozzolan* dapat bereaksi dan menambah *compressive strength* semen (Erik B. Nelsso, 1990). Penelitian dari Patcharin Worathanakul et al. (2009) menyimpulkan bahwa kadar silika dapat ditingkatkan dengan proses pemanasan. Menurut Hawley (1999) proses pemurnian arang terjadi pada temperatur 500 °C. Kadar karbon meningkat mencapai 90%. Namun pemanasan diatas temperatur 700°C, hanya menghasilkan gas hidrogen.

Arang batok kelapa memiliki kandungan kimia oksida silika (SiO_2), oksida besi (Fe_2O_3), dan oksida aluminium (Al_2O_3) dan bersifat pozzolan karena kandungan kimia silika dan alumina pada arang batok bertemu dengan zat kapur dan air, akan membentuk masa yang padat dan ikatan yang keras dan tidak dapat terlarut kembali dalam air. Selain itu arang batok kelapa bersifat *light weighting material* yaitu aditif yang dapat menurunkan densitas suspensi semen (Imam Pranadipta, 2010).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa yang dipanaskan dengan variasi untuk membandingkan efektivitas kedua aditif dalam meningkatkan *strength* semen pemboran.

2. Bahan dan Metode

Persiapan peralatan dan bahan pengujian merupakan proses awal yang dilakukan sebelum penelitian dimulai, dilanjutkan dengan pengujian *basic cement slurry* sesuai standard API, lalu menguji pengaruh penambahan aditif cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa yang dipanaskan dengan

variasi temperatur pemanasan terhadap *strength* semen pemboran.

Karbon cangkang kelapa sawit yang digunakan merupakan karbon cangkang kelapa sawit produksi CV. Berkat Jaya dari wilayah Sampit – Kalimantan Tengah sebanyak 3 kilo gram. Karbon cangkang kelapa sawit yang telah ada kemudian dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan *sieve analysis* dengan ukuran 200 mesh. *Sieve analysis* yang digunakan adalah alat yang terdapat di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Komposisi kimia yang terdapat pada karbon cangkang sawit dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Cangkang Kelapa Sawit (Efrando S, 2012)

Senyawa Kimia	Persentase (%)
MgO	4.9
Al_2O_3	2.2
SiO_2	30.1
P_2O_5	19.6
SO_3	3.28
K_2O	17.5
CaO	14.6
Fe_2O_3	5.08
CuO	0.388
ZnO	2.30

Cangkang kelapa sawit yang sudah disaring dipanaskan pada temperatur pemanasan yang berbeda – beda yaitu 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C dengan menggunakan oven furnace.

Tabel 2. Komposisi Kimia Arang Batok Kelapa

Unsur Kimia	Kandungan (%)
MgO	2.5
Al_2O_3	1.2
SiO_2	45.07
P_2O_5	9.77
SO_3	3.12
C	4.96
K_2O	6.59
CaO	24.2
Cr_2O_3	0.27
Fe_2O_3	1.8
CuO	0.27
ZnO	0.13
Rb ₂ O	0.12

Arang batok kelapa yang digunakan peneliti didapatkan dari Pabrik Arang Ipan Pekanbaru, sebanyak 25 kilogram arang batok kelapa. Arang batok kelapa yang telah ada, kemudian dihaluskan

menggunakan blender dan disaring menggunakan sieve analisis dengan ukuran 200 mesh. Komposisi kimia dan sifat fisik arang batok kelapa dapat dilihat pada table 2 diatas :

Arang batok kelapa yang digunakan ini adalah arang batok kelapa yang telah dipanaskan dengan temperatur pemanasan 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C.

Komposisi suspense sample semen yang digunakan dapat dilihat pada table 3 dan table 4. Semen Dasar (SD) terdiri dari semen dan aditif pendukung lain seperti bentonite dan kalsium klorida. Suspense semen dibuat dengan cara memasukkan air terlebih dahulu ke dalam *cement mixer*. Menyalakan *mixer* dengan kecepatan rendah (4000 ± 200 rpm) lalu memasukkan semen, aditif dan cangkang kelapa sawit atau arang batok kelapa kemudian melanjutkan pengadukan dengan kecepatan tinggi (1200 ± 500 rpm) selama 10-15 menit. Setelah suspense semen selesai dibuat, suspense dituangkan kedalam cetakan cetakan kubik dan cetakan silinder yang kemudian akan digunakan untuk pengujian *compressive strength* dan *shearbond strength*. Tutup cetakan sampel dengan aluminium foil dan kemudian dengan plastik hingga rapat lalu rendam dalam *water bath temperature controller* pada temperatur 140 °F. Diamkan selama 24 jam, setelah 24 jam sampel diangkat dari *water bath temperature controller* kemudian buka sampel dari cetakan kubik dan silinder. Selanjutnya akan diuji pembebanan dengan menggunakan alat *hydraulic press*. Uji pembebanan ini dilakukan sampai sample pecah. Tekanan pada saat sample pecah itu dicatat sebagai data pembebanan maksimum untuk menentukan *compressive strength* dan *shear bond strength*.

Tabel 3. Temperatur Cangkang Kelapa Sawit dalam Suspense semen

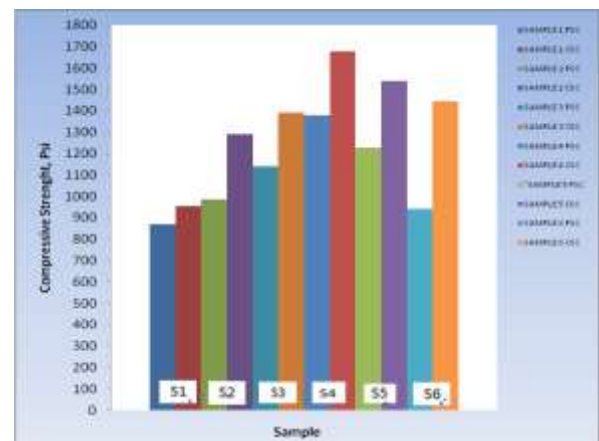
Sampel	Komposisi Variasi Temperatur Pemanasan Karbon Cangkang Kelapa Sawit (PSC)
S1	SD + PSC 400°C
S2	SD + PSC 500°C
S3	SD + PSC 600°C
S4	SD + PSC 700°C
S5	SD + PSC 800°C
S6	SD + PSC 900°C

Tabel 4. Temperatur Arang Batok Kelapa dalam Suspense semen

Sampel	Komposisi Variasi Temperatur Pemanasan Arang Batok Kelapa (CSC)
S1	SD + CSC 400°C
S2	SD + SCS 500°C
S3	SD + CSC 600°C
S4	SD + SCS 700°C
S5	SD + SCS 800°C
S6	SD + SCS 900°C

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh karbon cangkang kelapa sawit dengan temperatur pemanasan 500°C, 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C dang arang batok kelapa dengan temperature pemanasan 500°C, 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C terhadap *compressive strength* dapat dilihat pada Gambar 1.



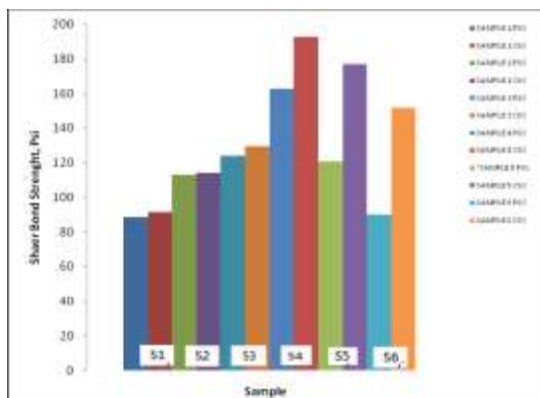
Gambar 1. Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Karbon Cangkang Kelapa Sawit dan Arang Batok Kelapa Terhadap Compressive Strenght

Gambar 1 menunjukkan adanya pengaruh aditif cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa dengan variasi temperature pemanasan terhadap peningkatan *compressive strength*. Cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa dengan temperatur 400°C sampai 700°C mengalami peningkatan *strength* semen setiap kenaikan temperatur pemanasan. Pada temperatur pemanasan 800°C dan 900°C, terjadi penurunan nilai *compressive strength* semen pemboran.

Aditif cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa yang dipanaskan dengan temperatur pemanasan 500°C, mengalami proses pembentukan arang murni, sehingga kadar karbon aktif yang ada meningkat 90 % dan menyebabkan daya ikat karbon terhadap semen semakin besar dan meningkatkan nilai *strength* semen. Tetapi setelah melewati temperatur optimum 700°C nilai *compressive strength* semen mengalami

penurunan, karena pada temperatur pemanasan di atas 700°C kandungan karbon aktif yang terdapat dalam aditif mulai berkurang karena adanya gas hydrogen. Nilai *compressive strenght* optimum dengan penambahan aditif cangkang kelapa sawit yang dipanaskan pada temperatur pemanasan 700°C adalah 1378.16 psi sedangkan *compressive strenght* optimum dengan penambahan aditif arang batok kelapa yang dipanaskan pada temperatur pemanasan 700°C adalah 1674.433 Psi.

Gambar 2 menunjukkan pengaruh campuran aditif cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa temperature pemanasan 500°C, 600°C, 700°C, 800°C dan 900°C terhadap nilai *shear bond strenght*.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Karbon Cangkang Kelapa Sawit dan Arang Batok Kelapa Terhadap Compressive Strenght

Pengaruh aditif cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa dengan variasi temperature pemanasan terhadap peningkatan *shear bond strength* semen pemboran terlihat pada gambar 2. Sama halnya dengan *compressive strength*, cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa dengan temperatur 400°C sampai 700°C menyebabkan peningkatan *shear bond strength* semen untuk setiap kenaikan temperatur pemanasan. Pada temperatur pemanasan 800°C dan 900°C, terjadi penurunan nilai *shear bond strenght* semen pemboran.

Nilai *shear bond strenght* optimum dengan penambahan aditif cangkang kelapa sawit yang dipanaskan pada temperatur pemanasan 700°C adalah 162.7 psi sedangkan *shear bond strenght* optimum dengan penambahan aditif arang batok kelapa yang dipanaskan pada temperatur pemanasan 700°C adalah 192.87 Psi.

4. Kesimpulan

1. Temperatur pemanasan karbon cangkang kelapa sawit dan arang batok kelapa yang berbeda mempengaruhi kekuatan semen pemboran
2. Penambahan additive karbon cangkang kelapa sawit kelapa (dengan variasi temperatur pemanasan) didapatkan *strength* semen optimum @700°C dengan nilai *Compressive*

strenght 1378.16 Psi dan nilai *shearbond strength* sebesar 162.7 Psi

3. Penambahan *additive* arang batok kelapa (dengan variasi temperatur pemanasan arang), didapatkan *strength* semen optimum @700°C dengan nilai *Compressive strenght* sebesar 1676,433 psi dan *Shear bond Strenght* sebesar 192,876 psi.

Daftar pustaka

- American Petroleum Institute, 2002, API Specification 10A. Specification for well cements and Materials for Well Cementing Twenty-Third Edition. Washington, D.C., USA.
- Aris Buntoro & Rudi Rubiandini. 2001. The Effect Of Neat Magnesium Oxide (MgO) As Expanding Additive With Burning Temperature 1200 OC And 1300 OC On Cement Shear Bond Strength At High Pressure And Temperature. Proceeding of The 5th Inaga Annual Scientific Conference And Exhibition. Yogyakarta.
- Basuki Kris Tri, dkk, *Penurunan Konsentrasi CO dan NO2 pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO2*, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta (25-26 Agustus 2008).
- Burgoyne, Adam T. Jr. Applied Drilling Engineering, SPE, USA, 1986. 85-103
- Hawley. The effect of heating on the manufacture of activated charcoal. 1999
- Nelson, E. B. (Ed.). (1990). *Well cementing*. Newnes.
- Nurhayati, Tjutju., Desviana and Sofyan, Kurnia. 2005. Oil-Palm Shell as the Alternative Raw Material for the Integrated Production of Charcoal with Pyrolygneous Acid / Liquid.
- Pranadipa, Imam, 2010, Utilization of Oil Palm Shell Charcoal As An Extender In Oil Well Cement : 34th Annual Convention And Exhibition, Indonesian Petroleum Association.
- Putri Ali S, S. 2015. Studi Laboratorium penggunaan additive komposit nanosilika dan cangkang kelapa sawit untuk meningkatkan strength semen pemboran. Tugas Akhir. Universitas Islam Riau
- Siregar, Efrando, 2012, Studi Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Dan Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Light Weight Additive Untuk Meningkatkan Strength Semen Pemboran, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Subiyanto, Bambang., Basri, Hasan., Sari, Linda N., Triastuti And Rosalita, Yetvi. 2007. Komponen Kimia Cangkang Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis). LIPI, Cibinong
- Worathanakul, Patcharin., Payubnop, Wisaroot and Muangpet, Akhapon. 2009. Characterization for Post-treatment Effect of Bagasse Ash for Silica Extraction. World Academy of Science, Engineering and Technology.