

**STUDI PEMANFAATAN *FLY ASH* DAUN BAMBU AMPEL
TERHADAP *SHEAR BOND* DAN *COMPRESSIVE STRENGTH*
PADA SEMEN PEMBORAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MUHAMMAD LUTHFI ADRI ANGKASA PUTRA

NPM 143210055



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Muhammad Luthfi Adri Angkasa Putra

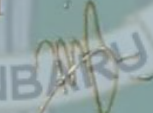
NPM : 143210055


Program Studi : Teknik Perminyakan


Judul Tugas Akhir : Studi Pemanfaatan *Fly Ash* Daun Bambu Ampel Terhadap *Shear bond* dan *Compressive strength* pada Semen Portland

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Mursyidah, M.Sc ()

Penguji : Novrianti, ST., MT ()


Penguji : M. Ariyon, ST., MT ()

Ditetapkan di : Pekanbaru

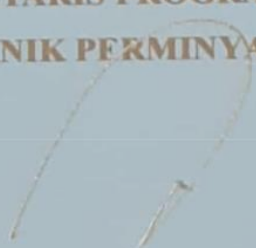
Tanggal : 12 Maret 2020

Disahkan oleh:

DEKAN
FAKULTAS TEKNIK


Dr. Eng. Muslim, M.T.

SEKRETARIS PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN


Novrianti, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika ditemukan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, 12 Maret 2020

Muhammad Luthfi Adri Angkasa Putra

143210055



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Musryidah, M.Sc selaku dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, dan penyemangat dalam penulisan Tugas Akhir saya mulai dari proposal hingga Tugas Akhir ini selesai disusun dengan sangat baik.
2. Ira Herawati, ST., MT dan Idham Khalid, ST., MT selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Kedua orang tua saya Nuri Angkasa Riau dan Syarifah Syamsiah, adik dan kakak yang memberikan dukungan penuh material maupun moral dalam menyelesaikan perkuliahan.
5. Istri saya Anisa Fauziah, A.Md.,P dan anak saya Muhammad Alvin Zulkarnain Angkasa Putra yang telah menyemangati dan mendukung saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah saya gunakan dalam pengujian tugas akhir ini.

7. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan terkhusus angkatan 2014 kelas A yang telah memberi semangat kepada saya dan sama-sama berjuang dari pertama kuliah.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 12 Maret 2020

Muhammad Luthfi Adri



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	8
3.1 <i>FLOWCHART</i> PENELITIAN	9
3.2 EKSPERIMENTAL	10
3.2.1 Alat dan Bahan	10
3.2.2 Prosedur Penelitian	14
BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 ANALISIS HASIL KARAKTERISASI MENGGUNAKAN X-RAY <i>FLUORESCENCE</i> (XRF) DAN X-RAY <i>DIFFRACTION</i> (XRD)	19
4.1.1 Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	19
4.1.2 Hasil <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	21
4.2 PENGUJIAN <i>SHEAR BOND</i>	22
4.3 PENGUJIAN <i>COMPRESSIVE STRENGTH</i>	23
BAB V KESIMPULAN.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28

LAMPIRAN I 31
LAMPIRAN II..... 38
LAMPIRAN III..... 45



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Penelitian	9
Gambar 3.2 cetakan sampel.....	10
Gambar 3.3 <i>constant speed mixer</i>	10
Gambar 3.4 gelas ukur.....	11
Gambar 3.5 <i>hydraulic press</i>	11
Gambar 3.6 oven	11
Gambar 3.7 <i>oven furnace</i>	12
Gambar 3.8 pipet tetes	12
Gambar 3.9 <i>sieve</i>	12
Gambar 3.10 <i>stopwatch</i>	13
Gambar 3.11 timbangan digital	13
Gambar 3.12 mortar.....	13
Gambar 3.13 blender	14
Gambar 3. 14 <i>water bath temperature controller</i>	14
Gambar 3.15 <i>fly ash</i> daun bambu ampel	15
Gambar 4.1 Hasil pengujian XRD.....	21
Gambar 4.2 Nilai <i>Shear Bond</i>	23
Gambar 4.3 Nilai <i>Compressive Strength</i>	24

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komposisi unsur kimia <i>fly ash</i> daun bambu ampel.....	20
Tabel 4.2 hasil perhitungan nilai <i>shear bond</i> pada semen pemboran dengan penambahan <i>fly ash</i> daun bambu ampel	22
Tabel 4.3 hasil perhitungan nilai <i>compressive strength</i> pada semen pemboran dengan penambahan <i>fly ash</i> daun bambu ampel	24



DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
ASTM	<i>American Standard for Testing And Material</i>
BWOC	<i>By Weight Of Cement</i>
CS	<i>Compressive Stength</i>
Mpa	<i>Megapascal</i>
PPG	<i>Polypropylene Glycol</i>
Psi	<i>Pounds Per Square Inch</i>
Rpm	<i>Rotation Per Minute</i>
SBS	<i>Shear Bond Strength</i>
SG	<i>Spesific Gravity, lb/gal</i>
XRD	<i>X-Ray Difraction</i>
XRF	<i>X-Ray Fluoresence</i>



DAFTAR SIMBOL

A1	Luas Permukaan <i>Bearing Block</i> , Inchi ²
A2	Luas Permukaan Sampel, Inchi ²
Al ₂ O ₃	Aluminium Oksida
CaO	Kalsium Oksida
D	Diameter Dalam Cetakan Sampel, Inchi
Fe ₂ O ₃	Bijih Besi (Besi III Oksida)
H	Tinggi Sampel Semen, Inchi
K	Koefisien Faktor
k	Skala Kenaikan Pada <i>Hydraulic Press</i>
O	Oksigen
P	Pembebanan Maksimum, Psi
SiO ₂	Silika Oksida



STUDI *FLY ASH* DAUN BAMBU AMPEL TERHADAP *SHEAR BOND* DAN *COMPRESSIVE STRENGTH* PADA SEMEN PEMBORAN

MUHAMMAD LUTHFI ADRI ANGKASA PUTRA
143210055

ABSTRAK

Pentingnya uji *shear bond* dan *compressive strength* pada semen pemboran agar dapat mengetahui besarnya kekuatan tekanan yang dapat ditahan oleh semen secara vertikal maupun horizontal. Seiring perkembangan waktu, tingginya temperatur dan emisi gas yang dibutuhkan saat memproduksi semen dasar mendorong kebutuhan untuk menggunakan material alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan semen dasar pada campuran semen pemboran. Salah satu material alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah *fly ash* daun bambu ampel. Daun bambu ampel (*bambusa vulgaris*) merupakan bahan pozolan yang juga memiliki sifat sementasi dengan kandungan silika dan kalsium oksida yang tinggi. *Fly ash* daun bambu ampel dihasilkan dari kalsinasi arang daun bambu ampel pada temperatur 600°C selama 2 jam dan pendinginan menggunakan metode *normalizing*. Untuk mengetahui kandungan silika oksida dan kalsium oksida pada *fly ash* daun bambu ampel, telah dilakukan karakterisasi menggunakan metode XRF dan XRD. Dan untuk mengetahui kekuatan semen dilakukan pengujian *shear bond* dan *compressive strength* pada campuran semen dasar yang telah ditambahkan dengan *fly ash* daun bambu ampel dengan variasi persentase penambahan 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%, temperatur pengujian suspensi semen 48,89°C (120°F) dan proses pengeringan 24 jam pada kondisi tekanan 14,7 psi. Berdasarkan hasil karakterisasi XRF menunjukkan bahwa *fly ash* daun bambu ampel memiliki kandungan SiO₂ = 58.9% dan CaO = 10.3% yang dapat dikategorikan sebagai *fly ash* tipe C. Hasil karakterisasi XRD memperlihatkan bahwa struktur silika kristalin dengan puncak silika pada 27° dengan fasa *quartz*. Fasa kalsium berubah menjadi kristal *hydroxyapatite* pada puncak 33°. hasil pengujian *shear bond* dan *compressive strength* menunjukkan hasil optimum pada penambahan 25%, dimana nilai *shear bond* diperoleh sebesar 260,04 psi dan nilai *compressive strength* sebesar 1374,21 psi.

Kata kunci : *Kalsinasi, Fly Ash of Ampel Bamboo Leaf, X-Ray Fluoresence, X-Ray Diffraction, Shear Bond dan Compressive Strenght, Semen Pemboran.*

FLY ASH STUDY OF AMPEL BAMBOO LEAF ON SHEAR BOND AND COMPRESSIVE STRENGTH IN CEMENT DRILLING

MUHAMMAD LUTHFI ADRI ANGKASA PUTRA
143210055

ABSTRACT

The importance of shear bond and compressive strength tests on the drilling cement in order to know the magnitude of the pressure strength that can be held vertically or horizontally by the cement. Gas emission and high energy used for manufacturing cement increase need to replace the usage of base cement with natural material. Ampel bamboo leaf were considered waste by the community, and can be utilized to reduce usage of base cement. One alternative material that can be utilized is fly ash of ampel bamboo leaf. Ampel bamboo leaf (*bambusa vulgaris*) is a pozzolan material which also has cementation properties with high silica and calcium oxide content. Fly ash of ampel bamboo leaves is produced from calcination of ampel bamboo leaf charcoal at a temperature of 600° for 2 hours and cooling using the normalizing method. To find out the content of silica oxide and calcium oxide in ampel bamboo leaf fly ash, characterization was done using XRF and XRD methods. And to find out the strength of the cement, shear bond and compressive strength tests were carried out on the base cement mixture. The suspension temperature testing of cement 48,89°C (120°F) and 24-hour drying process under pressure conditions of 14,7 psi. XRF characterization results showed that ampel bamboo leaf fly ash has a 58,9% SiO₂ content and 10,3% CaO. The XRD characterization results showed the structure of crystalline silica with the silica peak at 27° with the quartz phase. The calcium phase turns into hydroxyapatite crystal at a peak of 33°. Shear bond and compressive strength test results show maximum results at the addition of 25%, where the value of the shear bond obtained by 260,04 psi and compressive strength value of 1374,21 psi.

Keywords : Calcination, Fly Ash of Ampel Bamboo Leaf, X-Ray Fluorescence, X-Ray Diffraction, Shear Bond and Compressive Strength, Drill Cement.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Tingginya temperatur pada saat pembuatan semen dasar dan besarnya emisi gas buangan dari *klinker* membuat dibutuhkan material alternatif yang ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan semen dasar pada campuran semen pemboran. Menurut (Manias, 2005), temperatur yang digunakan dalam proses pembuatan semen dasar pada proses pembentukan C_3S dapat mencapai $1450^{\circ}C$.

Pada saat penambahan material alternatif pada semen, perlu dilakukan uji *shear bond* dan *compressive strength* pada campuran semen tersebut. Pentingnya uji *shear bond* dan *compressive strength* pada semen pemboran adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan tekanan yang dapat ditahan oleh semen secara vertikal maupun horizontal. (Rudi Rubiandini, 2000) dalam penelitiannya mengemukakan pentingnya kekuatan semen pemboran antara lain adalah untuk menyangga casing, melindungi casing dari efek yang ditimbulkan dari formasi seperti korosi dan kerusakan.

Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah bahan yang bersifat pozolanik. Menurut standar (ASTM C 618, 2010), pozolan ialah bahan yang mempunyai kandungan silika tinggi. Apabila dalam bentuk butiran yang halus dan keadaan yang lembab, bahan pozolan dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida $(Ca)OH_2$ pada temperatur ruangan untuk membentuk senyawa bersifat semen. Standar (ASTM C 618, 2010) juga menjelaskan bahwa bahan dengan komposisi kimia silika oksida (SiO_2), oksida besi (Fe_2O_3) dan oksida aluminium (Al_2O_3) lebih dari 50% dapat digunakan sebagai bahan tambahan semen dan dikategorikan sebagai *fly ash* tipe C.

Pada umumnya daun bambu yang dikalsinasi menjadi *fly ash* daun bambu memiliki kandungan silika yang tinggi yang dapat dikategorikan *pozzolan* (Amu & Adetuberu, 2010). (Irzaman, Oktaviani, & Irmansyah, 2018) pada penelitiannya mengkalsinasi daun bambu ampel (*bambusa vulgaris*). Diperolehnya kesimpulan

bahwa *fly ash* daun bambu ampel memiliki kandungan silika oksida sebesar 75.80% dengan kemurnian 99.99%.

Pengaplikasian silika oksida dari *fly ash* daun bambu yang tidak dicantumkan jenis daun bambunya telah dilakukan (Dwivedi, Singh, Das, & Singh, 2006) pada bidang sipil (beton). *Fly ash* daun bambu yang digunakan memiliki kandungan silika oksida 75.90% ditambahkan pada campuran semen standar tipe A dengan *grade* OPC-53. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa *fly ash* daun bambu dapat mereduksi penggunaan semen hingga 20% dan memiliki kekuatan *compressive strength* beton yang hampir menyamai campuran semen beton standar yaitu semen beton standar 60 Mpa dan semen beton standar yang ditambah dengan *fly ash* daun bambu 56 Mpa. (Dhinakaran & Chandana, 2016) juga melakukan penelitian menggunakan *fly ash* daun bambu sebagai aditif pada campuran semen beton pada bidang sipil. Dia meneliti dengan menambahkan persentase kuantitas *fly ash* daun bambu pada campuran semen tipe A dengan *grade* yang berbeda (OPC-43), dengan persentase 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Diperolehnya hasil bahwa semen yang ditambah dengan 15% *fly ash* daun bambu adalah penambahan yang optimal dan dapat meningkatkan menyamai kekuatan semen beton standar yaitu 34 Mpa dan semen beton yang ditambahkan *fly ash* daun bambu 30.94 MPa.

Fly ash daun bambu ampel belum ditemukan penggunaannya sebagai bahan campuran semen dalam pengujian *strength* semen pemboran. Berdasarkan penelitian pada bidang sipil pada *fly ash* daun bambu, maka peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengaplikasikan *fly ash* daun bambu ampel pada semen pemboran yang khususnya untuk menguji *shear bond* dan *compressive strength* dengan menggunakan semen jenis tipe G. Dengan menganalisis berbagai variasi persentase *fly ash* daun bambu ampel pada campuran semen untuk mendapatkan pengaruh *fly ash* daun bambu ampel dalam mengurangi penggunaan semen tanpa mengurangi kekuatan semen pemboran.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan hasil karakterisasi *fly ash* daun bambu ampel sebagai aditif semen pemboran.

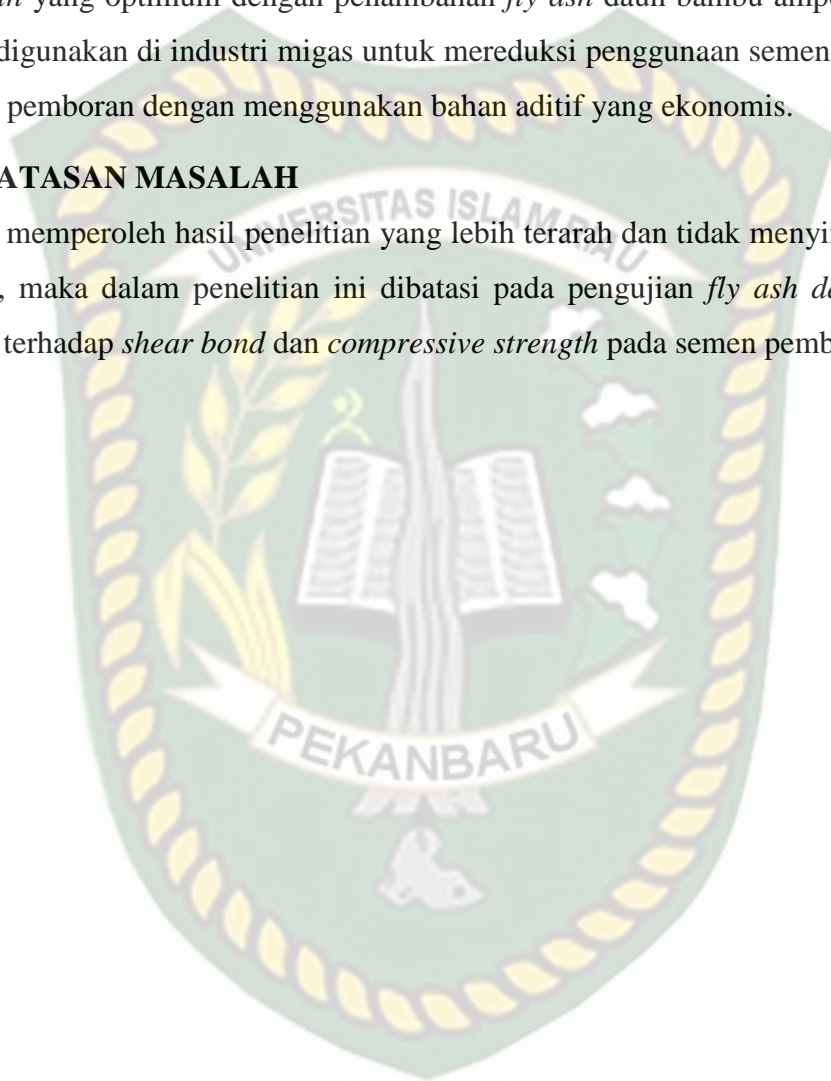
2. Menentukan konsentrasi *fly ash* daun bambu ampel yang optimum untuk mengurangi penggunaan semen pada campuran semen pemboran.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai *shear bond* dan *compressive strength* yang optimum dengan penambahan *fly ash* daun bambu ampel sehingga dapat digunakan di industri migas untuk mereduksi penggunaan semen dasar pada semen pemboran dengan menggunakan bahan aditif yang ekonomis.

1.4 BATASAN MASALAH

Untuk memperoleh hasil penelitian yang lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka dalam penelitian ini dibatasi pada pengujian *fly ash daun bambu ampel* terhadap *shear bond* dan *compressive strength* pada semen pemboran



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Alhamdulillah kita telah diberi kesempatan oleh Allah SWT. untuk menjalani kehidupan di bumi ini dengan segala rahmat dan nikmat rezeki-Nya yang telah tersedia, yang dimana telah diciptakannya langit dan bumi sebagai mana Allah SWT telah berfirman dalam QS. Saad ayat:27 yang artinya: "*Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah, yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir maka celakalah orang-orang kafir itu, karena mereka akan masuk neraka*". Dan Dimana pada Firman Allah dalam Surah Al-A'raf ayat 56 "*Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik*". (Q.S. Al-A'raf [7]:56).

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Manusia dalam rangka ini merupakan subjek penentu terhadap lingkungannya, karena pada dasarnya penciptaan alam yang telah berlangsung sejak lama sebelum manusia ada, tidak lain, kecuali untuk bekal manusia agar tercapailah tujuan hidup manusia

(Rudi Rubiandini, 2000) menjelaskan pentingnya kekuatan semen pemboran antara lain adalah untuk menyangga casing, melindungi casing dari efek yang ditimbulkan dari formasi seperti korosi dan kerusakan. Pada penelitian sebelumnya, beliau menggunakan aditif *magnesium oxide* (MgO) untuk meningkatkan *shear bond strength* pada semen dengan temperatur dan tekanan yang tinggi. Beliau berkesimpulan MgO yang dibakar pada temperatur 1000°C, 1200°C, 1300°C, dan 1400°C dapat meningkatkan kekuatan *shear bond* hingga 300%.

Salah satu aditif yang mampu meningkatkan kekuatan *shear bond* dan *compressive strength* pada semen pemboran adalah bahan karbon. (Mursyidah, Novrianti, Novriansyah, & Prasetya Utama, 2017) pada penelitiannya menggunakan karbon dari cangkang kelapa yang dipanaskan dengan beberapa variasi temperatur untuk mendapatkan kemurnian karbon yang optimal. Dari

penelitiannya mendapatkan hasil bahwa semen pemboran yang ditambah dengan arang cangkang kelapa pada temperatur 700°C dapat meningkatkan kekuatan *compressive strength* hingga 1675 psi.

Pada penelitian yang dilakukan (Herawati, Rita, & Hermansyah, 2017), mereka menggunakan *fly ash* ampas tebu untuk meningkatkan kekuatan semen pemboran, dan diperoleh hasil bahwa penambahan 10% *fly ash* ampas tebu dapat meningkatkan nilai optimal *shear bond* 163.51 psi dan *compressive strength* 899.04 psi.

Pada penelitian yang dilakukan (Novrianti, 2016) di laboratorium UIR, beliau menggunakan aditif nanosilica dan arang cangkang kelapa sawit yang dipanaskan dengan variasi temperatur, mendapatkan kesimpulan bahwa nanosilica arang cangkang kelapa sawit pada temperatur 700°C dapat meningkatkan kekuatan tekanan *shear bond* 163.45 Psi, dan *compressive strength* 1433.01 Psi.

Penelitian lain yang menggunakan *fly ash* untuk meningkatkan *shear bond* dan *compressive strength* dilakukan oleh tim peneliti UIR (Rita et al., 2019) yang menggunakan nanosilica dan *fly ash* ampas tebu untuk meningkatkan kekuatan semen pemboran. Nilai optimal *shear bond* 97.49 psi dan *compressive strength* 991.83 psi didapatkan dengan penambahan 5% *fly ash* ampas tebu dan 0,019% nanosilica.

(Topan, 2013) memanfaatkan arang cangkang kelapa sawit dan diubah menjadi arang aktif yang memiliki sifat *pozzolan*. Beliau berkesimpulan bahwa penambahan optimum arang cangkang kelapa sawit adalah 10% BWOC (*by weight of cement*) karena dapat meningkatkan *compressive strenght* menjadi 1042.89 psi dan *shear bond* sebesar 115.62 psi.

(Rita, Novrianti, Novriansyah, & Ariyon, 2018) juga melakukan studi eksperimen menggunakan *fly ash* sekam padi untuk meningkatkan kekuatan pada suspensi semen. Penelitian ini juga memanfaatkan silika yang terkandung pada *fly ash* sekam padi sebagai aditif untuk meningkatkan kekuatan suspensi semen.

Seiring perkembangan waktu, tingginya harga semen dan semakin langkanya bahan baku membuat dibutuhkan material alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan semen dasar pada campuran semen pemboran. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah *fly ash* yang

bersifat pozolanik. Menurut standar (ASTM C 618, 2010), pozolan ialah bahan yang mempunyai kandungan silika tinggi. Apabila dalam bentuk butiran yang halus dan keadaan yang lembab, bahan pozolan dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida (Ca)OH₂ pada temperatur ruangan untuk membentuk senyawa bersifat semen. Standar (ASTM C 618, 2010) juga menjelaskan bahwa bahan dengan komposisi kimia silika oksida (SiO₂), oksida besi (Fe₂O₃) dan oksida aluminium (Al₂O₃) lebih dari 50% dapat digunakan sebagai bahan tambahan semen dan dikategorikan sebagai *fly ash* tipe C.

Pada umumnya daun bambu yang dikalsinasi menjadi *fly ash* daun bambu memiliki kandungan silika yang tinggi yang dapat dikategorikan *pozzolan* (Amu & Adetuberu, 2010). (Villar-Cociña, Morales, Santos, Savastano, & Frías, 2011) mengkarakterisasi *fly ash* daun bambu dan meneliti perilaku *pozzolanik* nya menggunakan parameter kinetik dan diperoleh kesimpulan bahwa *fly ash* daun bambu memiliki fasa *amorf* seluruhnya secara alami dan aktifitas *pozzolan* yang tinggi.

(Irzaman, Oktaviani, & Irmansyah, 2018) pada penelitiannya menggunakan daun bambu ampel (*bambusa vulgaris*). Mereka berkesimpulan bahwa *fly ash* daun bambu ampel memiliki kandungan silika oksida 75.80% dengan kemurnian silika 99.99%.

(Agustini, 2015) mensintesis silika dari *fly ash* daun bambu untuk mengetahui karakterisasi dari silika yang terdapat pada *fly ash* daun bambu. Dari penelitiannya diketahui bahwa hasil karakterisasi XRD sampel menunjukkan bahwa silika pada *fly ash* daun bambu yang telah di kalsinasi memiliki struktur *amorf* dengan fasa *tridymite*, yang merupakan polimorf dari mineral silika.

Struktur *amorf* atau mudah reaktif adalah susunan suatu padatan yang tidak memiliki struktur tertentu dan tidak memiliki titik leleh yang tajam, sehingga pada suhu tertentu silika *amorf* dapat mengikuti susunan dari zat lainnya (Noverliana & Asmi, 2014) dan pada saat pendinginan struktur *amorf* akan menjadi struktur yang tetap dan dapat menambah kekuatan pada semen pemboran.

Pengaplikasian silika oksida dari *fly ash* daun bambu telah dilakukan (Dwivedi et al., 2006) pada bidang sipil (beton). *fly ash* daun bambu yang digunakan memiliki kandungan silika oksida 75.90% ditambahkan pada campuran

semen standar tipe A dengan *grade* OPC-53. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa *fly ash* daun bambu bereaksi dengan baik dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang terdapat pada semen dan menjadi kalsium silika hidrat (C-S-H) yang dapat mereduksi penggunaan semen hingga 20% dan memiliki kekuatan *compressive strength* beton yang hampir menyamai campuran semen beton standar yaitu semen beton standar 60 Mpa dan semen beton standar yang ditambah dengan *fly ash* daun bambu 56 Mpa. (Dhinakaran & Chandana, 2016) juga melakukan penelitian menggunakan *fly ash* daun bambu sebagai aditif pada campuran semen beton pada bidang sipil. Dia meneliti dengan menambahkan persentase kuantitas *fly ash* daun bambu pada campuran semen tipe A dengan *grade* yang berbeda (OPC-43), dengan persentase 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Diperolehnya hasil bahwa semen yang ditambah dengan 15% *fly ash* daun bambu adalah penambahan yang optimal dan dapat meningkatkan kekuatan semen beton hingga 30.94 MPa.

Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (A.A. & I., 2015) pada daun bambu yang dibakar menggunakan *furnace* dengan suhu 600°C selama dua jam. Kandungan silika pada *fly ash* daun bambu yang diteliti sebesar 72.25%, dan memiliki nilai SG (*specific gravity*) sebesar 2.64.

2.2 PENELITIAN YANG AKAN DILAKUKAN

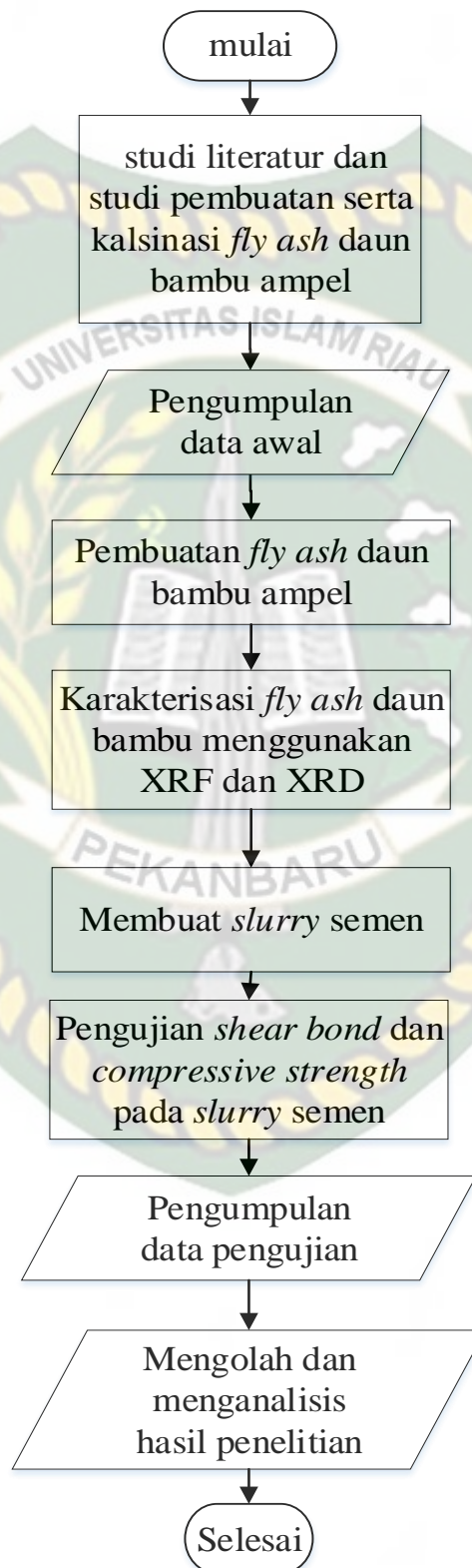
Dari penelitian-penelitian sebelumnya, *fly ash* daun bambu ampel belum ditemukan penggunaannya sebagai bahan aditif dalam pengujian *strength* semen pemboran. Berdasarkan penelitian pada bidang sipil pada *fly ash* daun bambu, maka peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengaplikasikan *fly ash* daun bambu ampel pada semen pemboran yang khususnya untuk menguji *shear bond* dan *compressive strength* dengan menggunakan semen jenis tipe G. Dengan menganalisis berbagai variasi persentase *fly ash* daun bambu ampel pada campuran semen untuk mendapatkan pengaruh *fly ash* daun bambu ampel dalam meningkatkan kekuatan semen pemboran.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada percobaan pengujian ini dilakukan dalam skala laboratorium di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan metode eksperimental. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan yaitu studi literatur dan pengumpulan data awal, persiapan bahan baku, proses pembuatan *fly ash* daun bambu ampel, karakterisasi *fly ash* daun bambu ampel menggunakan XRF (*X-ray fluorescence*) dan XRD (*X-ray diffraction*). Dilanjutkan dengan proses *slurry* semen yang ditambah dengan *fly ash* daun bambu ampel dengan variasi persentase 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Diakhiri dengan pengujian *shear bond* dan *compressive strength* pada suspensi semen menggunakan *hydraulic press*. Sedangkan data sekunder lainnya yang melengkapi penelitian bersumber dari buku, jurnal, dan prosiding yang sesuai dengan topik penelitian.

3.1 FLOWCHART PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

3.2 EKSPERIMENTAL

3.2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan selama penelitian ini dilakukan meliputi:



Gambar 3.2 cetakan sampel: Mencetak sampel semen yang akan digunakan pada pengujian *compressive strength* dan *shearbond strength*.



Gambar 3.3 *constant speed mixer*: Mengaduk *slurry* semen beserta campuran agar teraduk merata.



Gambar 3.4 Gelas ukur: Mengukur volume air yang akan digunakan.



- **Gambar 3.5** *hydraulic press*: Mengukur kekuatan tekanan retak semen pemboran.



Gambar 3.6 oven: Memberikan energi panas yang berguna untuk mengurangi kadar air yang masih ada pada pada sampel.



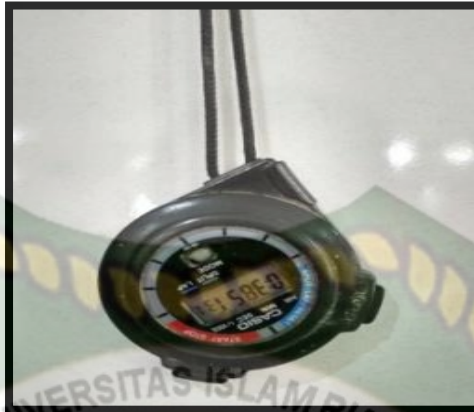
- **Gambar 3.7 oven furnace:** berfungsi sebagai alat kalsinasi untuk membuat *fly ash*.



Gambar 3.8 pipet tetes: Untuk mengambil bahan yang berbentuk cairan.



Gambar 3.9 sieve: Menyaring sampel dengan ukuran tertentu, pada penelitian ini digunakan *mesh 300*.



Gambar 3.10 stopwatch: Untuk mengukur waktu *mixing*.



Gambar 3.11 timbangan digital: Untuk menimbang berat dari bahan-bahan yang akan digunakan.



Gambar 3.12 mortar: Menggiling *fly ash* daun bambu ampel agar lebih halus.



Gambar 3.13 blender: berfungsi untuk menghaluskan arang daun bambu ampel sebelum di kalsinasi.



Gambar 3. 14 *water bath temperature controller*: Mengontrol temperatur semen agar tetap konstan pada pembuatan sampel pengujian *Compressive strength* dan *shear bond strength*.

Bahan yang digunakan sebagai berikut:

- Daun bambu ampel
- Semen *Portland* klasifikasi API kelas G
- Air
- *Polypropylene glycol* (PPG)

3.2.2 Prosedur Penelitian

A. Pembuatan *fly ash* daun bambu ampel

Pembuatan *fly ash* daun bambu ampel diambil dari metode penelitian (Dwivedi et al., 2006), dengan langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut :

1. Preparasi daun bambu ampel, dilakukan dengan pemetikan dan pemilihan daun bambu dari batangnya kemudian dibersihkan dari kotoran, debu atau pasir yang menempel pada daun bambu satu persatu.
2. Daun bambu bambu yang telah bersih dan kering dibuang tulang tengahnya satu persatu kemudian daun dipotong kecil-kecil dan dikeringkan ke dalam oven dalam waktu 120 menit pada suhu 120°C agar daun benar-benar kering.
3. Daun bambu ampel yang telah kering kemudian di blender dan di *sieve* 100 *mesh*, kemudian persiapkan *stainless* berbentuk tabung dengan ukuran diameter 8 cm dan tinggi 15 cm yang telah di beri penutup agar daun bambu tidak keluar.
4. Masukkan daun bambu ampel yang telah disaring hingga 100 *mesh* kedalam *stainless*, Kemudian masukan kedalam oven furnace untuk dilakukan proses kalsinasi.
5. Menghidupkan *oven furnace*, Lalu mengatur temperatur pemanasan pada 600°C. Atur berapa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur yang diinginkan, Kemudian atur waktu yang dibutuhkan untuk pendiaman pemanasan, dalam penelitian ini waktu yang di butuhkan untuk pendiaman pemanasan adalah 180 menit.
6. Melakukan pendinginan sampel dengan metode normalizing, yaitu mendinginkan sampel didalam *oven furnace* hingga temperatur alat menunjukkan suhu ruangan.
7. Menyaring kembali hasil kalsinasi daun bambu ampel yang telah menjadi *fly ash* menggunakan *sieve* 300 *mesh* yang akan digunakan sebagai bahan aditif yang akan dikarakterisasi dan ditambahkan pada semen dasar.



Gambar 3.15 *fly ash* daun bambu ampel

B. Karakterisasi menggunakan XRF dan XRD pada *Fly Ash* Daun Bambu

fly ash daun bambu ampel yang telah dikalsinasi kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF dan XRD di Laboratorium Hidrogeologi dan Hidrogeokimia FTTM-ITB. XRF bertujuan untuk mengetahui komposisi senyawa yang ada pada *fly ash* daun bambu ampel, dan XRD bertujuan untuk mengidentifikasi fasa kristalin pada *fly ash* daun bambu ampel dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel.

C. Pembuatan Suspensi Semen Melalui Perhitungan Komposisi

Perhitungan untuk membuat suspensi semen perlu dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui jumlah komposisi dari semua bahan yang digunakan. Untuk mendapatkan volume suspensi semen 600 ml menggunakan persamaan berikut (Bourgoyne Jr. et al., 1986) :

- Persamaan yang digunakan untuk menghitung *Absolute Volume* :

$$\text{Absolute volume} = \frac{1}{SG \times 8,33}$$

Dimana :

$$\text{Absolute volume} = \text{volume total slurry, gal/lb}$$

$$SG = \text{specific gravity, lb/gal}$$

$$8,33 = \text{densitas air tawar}$$

- Persamaan yang digunakan untuk menghitung *water ratio* yang ditambahkan pada *cement slurry*:

$$\text{Densitas slurry} = \frac{\text{total berat slurry}}{\text{total volume slurry}}$$

- Persamaan yang digunakan untuk menentukan fraksi tiap bahan :

$$\text{Fraksi bahan} = \frac{\text{berat bahan}}{\text{berat semen}}$$

- Persamaan yang digunakan untuk menghitung Pembuatan Suspensi Semen :

$$\text{Semen portland type G} = \frac{\text{densitas slurry} \times \text{volume slurry}}{\text{total fraksi}}$$

Untuk persamaan water, PPG dan *fly ash* daun bambu ampel menggunakan persamaan berikut :

$$\text{fraksi} \times \text{semen portland}$$

D. Pembuatan Suspensi Semen

- Menimbang semen sebanyak 479,196 gram, PPG sebanyak 0,479 gram, air sebanyak 432,404 ml, dan *fly ash* daun bambu ampel sebanyak 47,919 gram (untuk pembuatan suspensi semen yang ditambah 10% *fly ash* daun bambu, jumlah ini untuk sampel 2).
- Sampel selanjutnya mengulangi komposisi sampel 2 dengan variasi persentase *fly ash* daun bambu ampel 10%, 15%, 20%, dan 25%, dan 30% yang telah diperhitungkan.
- Dari masing-masing komposisi bahan yang digunakan diatas, kemudian campurkan semua bahan dan aditif, dengan cara memasukan air terlebih dahulu kedalam *cement mixer*. Menyalakan *mixer* dengan kecepatan rendah (4000 rpm) lalu memasukan semen, aditif dan *fly ash* daun bambu ampel, melanjutkan pengadukan dengan kecepatan tinggi (12000 rpm) selama 10 menit.
- Setelah pembuatan suspensi semen selesai, dilanjutkan dengan pengujian.

E. Pengujian dan *Shear bond strength* dan *Compressive strength*

- Pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* menggunakan alat *hydraulic press*.
- Mengoleskan *grease* pada cetakan kubik untuk *compressive strength*, sedangkan pada cetakan silinder untuk *shear bond strength* tidak perlu diolesi dengan *grease*.
- Menuangkan suspensi semen yang telah dibuat kedalam cetakan kubik dan cetakan silinder yang kemudian akan digunakan untuk pengujian *shear bond strength* dan *compressive strength*.

- Menutup cetakan sampel dengan aluminium foil dan kemudian dengan plastik transparan hingga rapat lalu merendamnya kedalam *waterbath* yang sebelumnya telah dipanaskan sesuai dengan suhu yang diinginkan.
- Diamkan cetakan sampel selama 24 jam, setelah 24 jam sampel diangkat dari *waterbath* kemudian buka sampel dari cetakan kubik.
- Ukur kekuatan sampel kubik untuk *compressive strength* dan sampel silinder untuk *shear bond strength* dengan alat *hydraulic press*.
- Catat hasil pengujian untuk dan *shear bond strength* dan *compressive strength*.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB IV

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 ini akan disampaikan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian “Studi *Fly Ash* Daun Bambu Ampel Terhadap *Shear Bond* dan *Compressive Strength* Pada Semen Pemboran”. Penelitian ini pertama bertujuan untuk mengkarakterisasi *fly ash* daun bambu ampel sebagai aditif semen pemboran menggunakan alat XRF dan XRD, dan kedua menentukan konsentrasi penambahan *fly ash* daun bambu ampel yang optimum pada *slurry* semen pemboran dengan variasi penambahan 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% pada pengujian *shear bond* dan *compressive strength* yang. Hasil pengujian XRF dan XRD adalah kandungan SiO₂ (silika oksida) dan CaO (kalsium oksida) yang terdapat didalam *fly ash* daun bambu ampel, dan hasil pengujian *shear bond* dan *compressive strength* adalah pembacaan tekanan pada alat *hydraulic press*. Hasil penelitian akan dibahas sebagai berikut.

4.1 ANALISIS HASIL KARAKTERISASI MENGGUNAKAN X-RAY FLUORESENCE (XRF) DAN X-RAY DIFFRACTION (XRD)

4.1.1 Hasil Pengujian X-Ray Fluorescence (XRF)

X-ray fluorescence (XRF) adalah teknik analisis unsur yang membentuk suatu material dengan dasar interaksi sinar-X dengan material. Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 1 angstrom (Rosana, Sukardiyono, & Supriyadi, 2000). Pembacaan XRF akan menghasilkan grafik yang mewakili konsentrasi unsur yang terdapat didalam material (Harifan, Mahrizal, & Mufit, 2015). Pada pengujian ini, sampel *fly ash* daun bambu ampel harus memenuhi ukuran partikel minimal yang telah ditentukan agar hasil pembacaan dari alat XRF akurat. *Fly ash* daun bambu ampel telah di *sieve* hingga 200 mesh dan ditimbang seberat 10gr, yang kemudian akan dilakukan pengujian di Laboratorium Hidrogeologi dan Hidrogeofisika Institut Teknologi Bandung.

Hasil pengujian XRF sebagai berikut :

Tabel 4.1 Komposisi unsur kimia *fly ash* daun bambu ampel

Formula	Konsentrasi (%)	Formula	Konsentrasi (%)
SiO ₂	58,9	K ₂ O	18,7
CaO	10,3	MnO	0,29
MgO	1,26	Fe ₂ O ₃	0,49
Al ₂ O ₃	0,38	CuO	0,02
P ₂ O ₅	3,34	ZnO	0,03
SO ₃	3,67	Br	0,01
Cl	2,41	SrO	0,01
Rb ₂ O	0,06		

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa senyawa kimia silika oksida (SiO₂) yang terdapat didalam *fly ash* daun bambu ampel cukup banyak dengan konsentrasi sebanyak 58,9% dan kandungan kalsium oksida (CaO) yang tinggi dengan konsentrasi 10,3%. Dengan hasil SiO₂ dan CaO yang tinggi *fly ash* daun bambu ampel dapat dikategorikan sebagai *fly ash class C*, yang memiliki sifat pozzolan dan juga memiliki sifat semen, dengan syarat konsentrasi SiO₂ diatas 50% dan CaO diatas 5% (ASTM C 618, 2010).

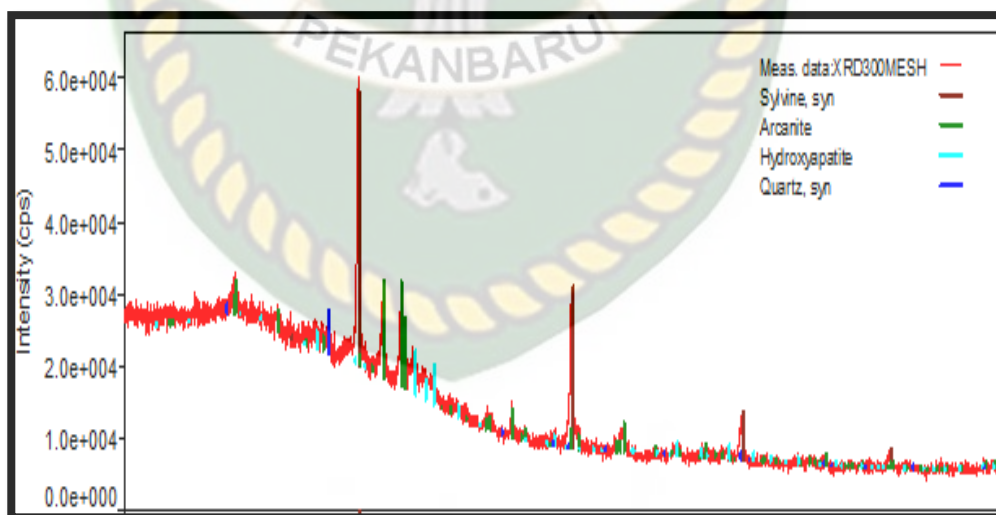
Jumlah total alkali yang di ekspresikan sebagai Na₂O *equivalent* pada *fly ash* daun bambu ampel juga berperan sebagai material pengontrol kualitas bahan yang berfungsi sebagai penyerap air dan mengembang. Jumlah Na₂O *equivalent* pada *fly ash* daun bambu ampel yaitu 0.2% yang masih dibawah kadar maksimum yaitu 0.75% (ASTM C 114, 2007).

Hasil pengujian XRF diatas senada dengan pendapat (Taylor, 1997) bahwa bahan yang terbuat dari hasil pembakaran 600°C-900°C dikategorikan sebagai semen komposit, yaitu bahan alami yang mengalami proses *heat-treated* dan memiliki kandungan menyerupai semen, dan dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran semen.

Dengan tingginya kedua kandungan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan semen semen dasar pada semen pemboran tanpa menurunkan kekuatan pada semen tersebut.

4.1.2 Hasil X-Ray Diffraction (XRD)

XRD memberikan data-data difraksi dan kuantisasi intensitas difraksi pada sudut-sudut dari suatu bahan. Data yang diperoleh dari XRD berupa difraksi sinar-X yang terdifraksi dan sudut-sudut 2θ . Pola difraktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas bervariasi sepanjang nilai 2θ tertentu. Besarnya intensitas relatif dari deretan puncak-puncak itu tergantung pada jumlah atom-atom ion yang ada, dan distribusinya didalam sel satuan material tersebut. Pola difraksi masing-masing material berbeda, tergantung pada kisi kristal, unit parameter dan panjang gelombang sinar-X yang digunakan. Dengan demikian, sangat kecil kemungkinan menghasilkan pola difraksi yang sama untuk setiap padatan kristalin yang berbeda. (Moecher, 2004). Sebelum pengujian XRD dilakukan, *fly ash* daun bambu ampel telah di *sieve* hingga 300 mesh agar memenuhi ukuran partikel minimal dan ditimbang seberat 3gr. Hasil pengujian XRD sebagai berikut :



Gambar 4.1 Hasil pengujian XRD

Hasil diatas menunjukkan bahwa SiO_2 pada *fly ash* daun bambu ampel setelah kalsinasi memiliki ketinggian intensitas SiO_2 $3.0\text{e}+0004$ cps (*counts per second*) dan memiliki sudut difraksi 27° , yang dapat disimpulkan sebagai fasa kristalin *quartz*, yaitu fasa awal dari silika oksida (Anderson & Anderson, 2006).

Kalsium pada *fly ash* daun bambu ampel memiliki ketinggian intensitas $2.5e+0004$ cps, dan memiliki sudut difraksi 33° . Hasil ini dapat disimpulkan bahwa fasa kalsium pada *fly ash* daun bambu ampel setelah kalsinasi berubah menjadi *hydroxyapatite*, yaitu fasa kristal kalsium fosfat yang memiliki sifat sementasi sangat baik (Rabiee, Moztarzadeh, & Solati-Hashjin, 2010). *Hydroxyapatite* pada *fly ash* daun bambu ampel memiliki konsentrasi sebesar 17,31%.

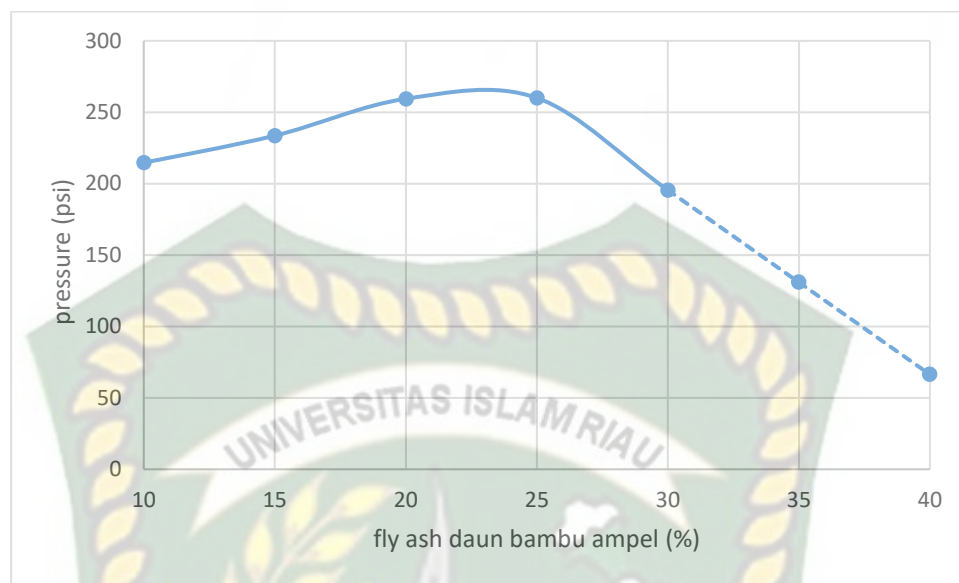
Dari hasil pengujian diatas diharapkan penambahan *fly ash* daun bambu ampel pada semen pemboran dapat mengurangi penggunaan semen dasar yang cukup besar dan optimal.

4.2 PENGUJIAN *SHEAR BOND STRENGTH*

Pengujian *shear bond strength* dilakukan menggunakan *slurry* semen kelas G dengan penambahan variasi penambahan *fly ash* daun bambu ampel 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari BWOC.

Tabel 4.2 hasil perhitungan nilai *shear bond* pada semen pemboran dengan penambahan *fly ash* daun bambu ampel

Komposisi <i>Slurry</i> Semen	Nilai <i>shear bond</i> (psi)
Semen kelas G + 10% <i>fly ash</i>	214,6781
Semen kelas G + 15% <i>fly ash</i>	233,604
Semen kelas G + 20% <i>fly ash</i>	259,4412
Semen kelas G + 25% <i>fly ash</i>	260,0416
Semen kelas G + 30% <i>fly ash</i>	195,4797
Semen kelas G + 30% <i>fly ash</i> (ekstrapolasi)	130,9178
Semen kelas G + 35% <i>fly ash</i> (ekstrapolasi)	66,35593



Gambar 4.2 Nilai *Shear Bond Strength*

Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa dengan variasi penambahan *fly ash* daun bambu ampel dapat mengurangi penggunaan semen dasar tanpa menurunkan kekuatan semen dasar dari standar API yaitu 100 psi. Hal ini dapat dilihat pada penambahan 10% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *shear bond* sebesar 214,678 psi, penambahan 15% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *shear bond* sebesar 233,604 psi, penambahan 20% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *shear bond* sebesar 259,441 psi, penambahan 25% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *shear bond* sebesar 260,041 psi, penambahan 30% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *shear bond* sebesar 195,479 psi. Nilai *shear bond* dengan penambahan *fly ash* daun bambu ampel 35% dan 40% diperoleh dari ekstrapolasi hasil sebelumnya dengan nilai *shear bond* sebesar 130,917 psi dan 66,355 psi. Secara teoritis, penambahan *fly ash* daun bambu ampel pada konsentrasi 40% mengakibatkan penurunan nilai *shear bond*, sehingga *fly ash* daun bambu ampel dengan konsentrasi 25% merupakan penambahan yang optimum.

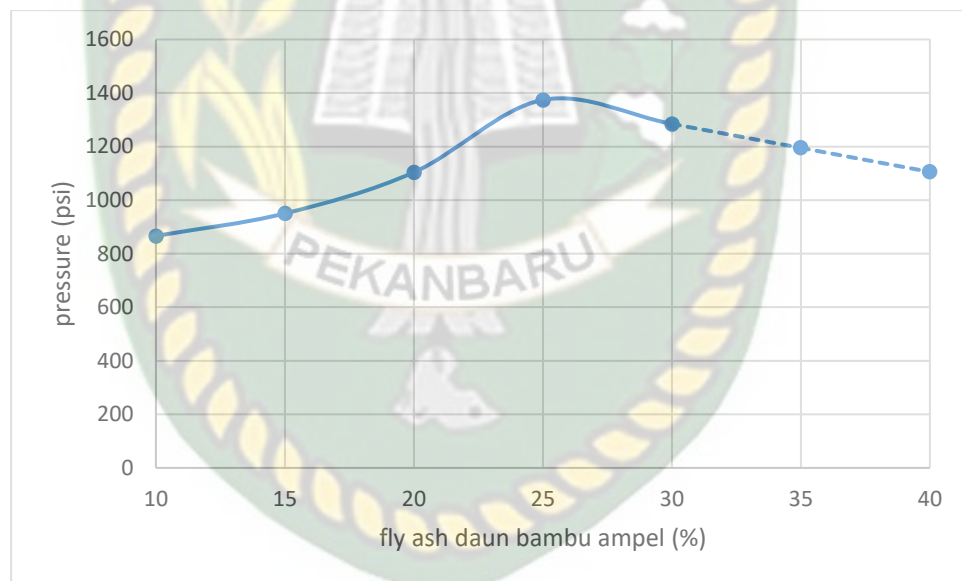
4.3 PENGUJIAN *COMPRESSIVE STRENGTH*

Pengujian *compressive strength* juga pada semen kelas G dengan penambahan variasi penambahan *fly ash* daun bambu ampel 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari

BWOC.

Tabel 4.3 hasil perhitungan nilai *compressive strength* pada semen pemboran dengan penambahan *fly ash* daun bambu ampel

Komposisi <i>Slurry</i> Semen	Nilai <i>Compressive Strength</i> (psi)
Semen kelas G + 10% <i>fly ash</i>	866,189
Semen kelas G + 15% <i>fly ash</i>	950,305
Semen kelas G + 20% <i>fly ash</i>	1103,941
Semen kelas G + 25% <i>fly ash</i>	1374,211
Semen kelas G + 30% <i>fly ash</i>	1284,63
Semen kelas G + 30% <i>fly ash</i> (ekstrapolasi)	1195,05
Semen kelas G + 35% <i>fly ash</i> (ekstrapolasi)	1105,469



Gambar 4.3 Nilai *Compressive Strength*

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa dengan variasi penambahan *fly ash* daun bambu ampel dapat mengurangi penggunaan semen dasar tanpa menurunkan kekuatan semen dasar dari standar API yaitu 500 psi. Penambahan 10% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 866,189 psi, penambahan 15% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 950,305 psi, penambahan 20% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 1103,941 psi, penambahan 25% *fly*

ash daun bambu ampel memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 1374,211 psi, penambahan 30% *fly ash* daun bambu ampel memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 1284,63 psi. Nilai *compressive strength* dengan penambahan *fly ash* daun bambu ampel 35% dan 40% diperoleh dari ekstrapolasi hasil sebelumnya dengan nilai *shear bond* sebesar 1195,05 psi dan 1105,469 psi. Dari nilai diatas diperoleh hasil bahwa penambahan konsentrasi *fly ash* daun bambu ampel 25% mendapatkan nilai pengujian terbaik dan merupakan jumlah penambahan yang optimum.

Nilai kekuatan *shear bond* dan *compressive strength* dapat dijaga diatas standar API disebabkan karena silika oksida pada *fly ash* daun bambu ampel yang ditambahkan memiliki sifat kristal. Silika pada *fly ash* daun bambu bereaksi dengan baik dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang terdapat pada semen dan menjadi kalsium silika hidrat (C-S-H) (Dwivedi et al., 2006). Kalsium silika hidrat terbentuk pada proses pembuatan *slurry* semen yang berdampak pada peningkatan dan penurunan kekuatan semen. Air pada proses pembuatan tersebut akan mengikat dikalsium silikat (C_2S) dan trikalsium silikat (C_3S) yang terdapat pada semen dasar dan membentuk kalsium silikat hidrat gel ($3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ atau CSH). Tambahan *fly ash* daun bambu ampel yang mengandung silika dan kalsium oksida yang tinggi membentuk kalsium silika hidrat kembali, sehingga semen yang dibentuk menjadi lebih padat dan kuat (Safitri & Djumari, 2009).

Hal lain yang mempengaruhi terjaganya kekuatan semen pemboran yaitu tingginya kandungan kalsium oksida (CaO) pada *fly ash* daun bambu ampel yaitu sebesar 10,3% yang menjadikan *fly ash* daun bambu ampel memiliki sifat semen. Menurut (ASTM C 618, 2010) bahan pozzolan yang memiliki kandungan kalsium oksida diatas 5% dari massanya dapat dikategorikan sebagai *fly ash* tipe C, yaitu *fly ash* yang memiliki sifat pozzolan dan juga memiliki sifat sementasi.

Jumlah total alkali yang di ekspresikan sebagai Na_2O *equivalent* pada *fly ash* daun bambu ampel juga berperan sebagai material pengontrol kualitas semen yang berfungsi sebagai penyerap air dan mengembang. Jumlah Na_2O *equivalent* pada *fly ash* daun bambu ampel yaitu 0.2% yang masih dibawah kadar maksimum yaitu 0.75% (API Specification 10A, 2010).

Tingginya nilai *shear bond* dan *compressive strength* juga dipengaruhi oleh kandungan *hydroxyapatite* sebesar 17,31%. pada *fly ash* daun bambu ampel. *Hydroxyapatite* bekerja sebagai perekat unsur yang baik dan dapat menjaga ketahanan tekanan yang diterima oleh semen.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil karakterisasi *fly ash* daun bambu ampel menggunakan metode XRF menunjukkan bahwa *fly ash* daun bambu ampel memiliki kandungan konsentrasi SiO_2 sebesar 58,9% dan CaO sebesar 10,3% yang dapat dikategorikan sebagai semen komposit. Dan hasil karakterisasi menggunakan metode XRD menunjukkan fasa kristalin *quartz* pada SiO_2 yang merupakan fasa awal dari silika oksida. fasa CaO mengalami perubahan setelah kalsinasi dan menjadi fasa kristalin *hydroxiapatite* dengan konsentrasi sebesar 17,31% yang dapat membantu meningkatkan kekuatan semen.
2. Pengujian *shear bond strength* pada semen yang ditambahkan *fly ash* daun bambu ampel mendapatkan nilai optimum pada penambahan 25% sebesar 260 psi, dan pengujian *compressive strength* pada semen yang ditambahkan *fly ash* daun bambu ampel mendapatkan nilai optimum pada penambahan 25% sebesar 1374 psi. Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan semen dasar kelas G pada campuran semen pemboran dapat dikurangi penggunaannya hingga 25%, yang juga dapat meningkatkan kekuatan semen pemboran.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu melakukan pengujian *filtration loss* dan *free water* pada penelitian selanjutnya, dan juga melakukan pengujian *shear bond* dan *compressive strength* lanjutan dengan menambahkan aditif lainnya untuk meningkatkan kualitas campuran semen yang ditambahkan dengan *fly ash* daun bambu ampel.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A., U., & I., O. (2015). Characteristics of Bamboo Leaf Ash Blended Cement Paste and Mortar. *Civil Engineering Dimension*, 17(1). <https://doi.org/10.9744/ced.17.1.22-28>
- Agustini, D. (2015). *Sintesis Keramik Silika Daun Bambu Dengan Metode Sol-Gel Dan Karakterisasi Pada Suhu Kalsinasi 800-1000 ° C*. 03(01), 17–23.
- Amu, O. O., & Adetuberu, A. A. (2010). *Karakteristik Bamboo Leaf Ash Stabilisasi di Tanah Lateritic di Jalan Raya*. 2(4), 212–219.
- Anderson, R. S., & Anderson, S. P. (2006). *Geomorphology: The mechanics and chemistry of landscapes: Great Britain*. 637.
- API Specification 10A. (2010). Specification for Cements and Materials for Well Cementing. *American Petroleum Institute*. <https://doi.org/10.1002/jcc>
- ASTM C 114 - 07. (2007). ASTM C 114 - 07. Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–8.
- ASTM C 618. (2010). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use. *Annual Book of ASTM Standards*.
- Bourgoyne Jr., A. T., Millheim, K. K., Chenevert, M. E., Young Jr., F. S., Bourgoyne, A. T. J., Millheim, K. K., ... Young, F. S. J. (1986). Applied Drilling Engineering. *Society of Petroleum Engineers*, p. 99. Society of Petroleum Engineers.
- Dhinakaran, G., & Chandana, G. H. (2016). Compressive strength and durability of bamboo leaf ash concrete. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 10(3), 279–289.
- Dwivedi, V. N., Singh, N. P., Das, S. S., & Singh, N. B. (2006). A new pozzolanic material for cement industry: Bamboo leaf ash. *International Journal of Physical Sciences*, 1(3), 106–111.
- Harifan, E. F., Mahrizal, & Mufit, F. (2015). Analisis Komposisi Unsur Fe terhadap Nilai Suseptibilitas Magnetik di Kota Padang dengan menggunakan Metode X-Ray Fluorescence (XRF). *XRF Method*, 5, 7.
- Herawati, I., Rita, N., & Hermansyah. (2017). Studi Laboratorium Pemanfaatan

- Abu Ampas Tebu Untuk Peningkatan Strength Semen Pemboran. *Jurnal Teknologi Minyak Dan Gas Bumi*, 14(2), 47–54.
- Irzaman, Oktaviani, N., & Irmansyah. (2018). Ampel Bamboo Leaves Silicon Dioxide (SiO₂) Extraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/141/1/012014>
- Manias, C. G. (2005). Kiln burning systems: An overview. *Cement Americas*, (MAR.), 6–17.
- Moecher, D. (2004). Characterization and Identification of Mineral Unknowns: A Mineralogy Term Project. *Journal of Geoscience Education*, 52, 5–9. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-52.1.5>
- Mursyidah, Novrianti, Novriansyah, A., & Prasetya Utama, T. (2017). A study of cement additive from varied heating temperature of coconut shell charcoal to increase cement strength. *MATEC Web of Conferences*, 101. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710103005>
- Noverliana, N., & asmi, dwi. (2014). Sintesis Keramik Silika dari Daun Bambu Dengan Teknik Sol-Gel Dan Karakterisasi Pada Suhu Kalsinasi 500Sintesis Keramik Silika Daun Bambu Dengan Metode Sol-Gel Dan Karakterisasi Pada Suhu Kalsinasi 500 ° C, 600 ° C, dan 700 ° C. *JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika*, 03(01), 17–23.
- Novrianti. (2016). Studi Laboratorium Pengaruh Nanocomposite Nanosilika dan Arang Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Temperatur Pemanasan Terhadap Free Water dan Kekuatan Semen Pemboran. *Journal of Earth Energy Engineering*, 5(1), 21–27.
- Rabiee, S. M., Moztarzadeh, F., & Solati-Hashjin, M. (2010). Synthesis and characterization of hydroxyapatite cement. *Journal of Molecular Structure*, 969(1–3), 172–175. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2010.01.068>
- Rita, N., Novrianti, N., Novriansyah, A., & Ariyon, M. (2018). The Enhancing Cement Strength through Utilization of Rice Husk Ash (RHA) Additive: An Experimental Study. *Journal of Earth Energy Engineering*, 7(1), 42. [https://doi.org/10.25299/jeee.2018.vol7\(1\).1303](https://doi.org/10.25299/jeee.2018.vol7(1).1303)
- Rosana, D., Sukardiyono, & Supriyadi. (2000). KONSEP DASAR FISIKA

MODERN. *IMSTEP JICA*, 1(1), 51.

Rudi Rubiandini, R. S. (2000). New Additive for Improving Shearbond Strength in High Temperature and Pressure Cement. *Proceedings of the IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference, APDT*, 181–198.

Safitri, E., & Djumari, -. (2009). Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Pada Produksi Paving Block. *Media Teknik Sipil*, IX(1), 36–40.

Taylor, H. F. W. (1997). Cement chemistry. *Cement Chemistry*.
<https://doi.org/10.1680/cc.25929>

Topan, H. (2013). Pemanfaatan Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Light Weight Additive Semen Pemboran. *Jurnal Ilmu Kebumihan "TEKNOLOGI MINERAL" Vol. 24, No. 4, September-Desember 2011, 24(4)*. Retrieved from <http://eprints.upnyk.ac.id/id/eprint/3165>

Villar-Cociña, E., Morales, E. V., Santos, S. F., Savastano, H., & Frías, M. (2011). Pozzolanic behavior of bamboo leaf ash: Characterization and determination of the kinetic parameters. *Cement and Concrete Composites*, 33(1), 68–73.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.09.003>