

**PEMANFAATAN ADDITIF *FLY ASH* DAUN BAMBU  
PETUNG (*PETUNG BAMBOO LEAF ASH*) UNTUK  
MENINGKATKAN *STRENGTH* PADA SEMEN  
PEMBORAN**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**RONY**

**NPM 133210405**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :  
Nama : RONY  
NPM : 133210405  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Additif *Fly Ash* Daun Bambu  
Petung (petung *bamboo leaf ash*) untuk  
meningkatkan *Strength* pada Semen Pemboran

**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, MSc ( )  
Pembimbing II : Idham Khalid, ST., MT. ( )  
Penguji : Novia Rita, ST., MT ( )  
Penguji : Novrianti, ST., MT ( )  
Ditetapkan di : Pekanbaru  
Tanggal : 23 Desember 2019

**Disahkan oleh:**

**SEKRETARIS PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN**

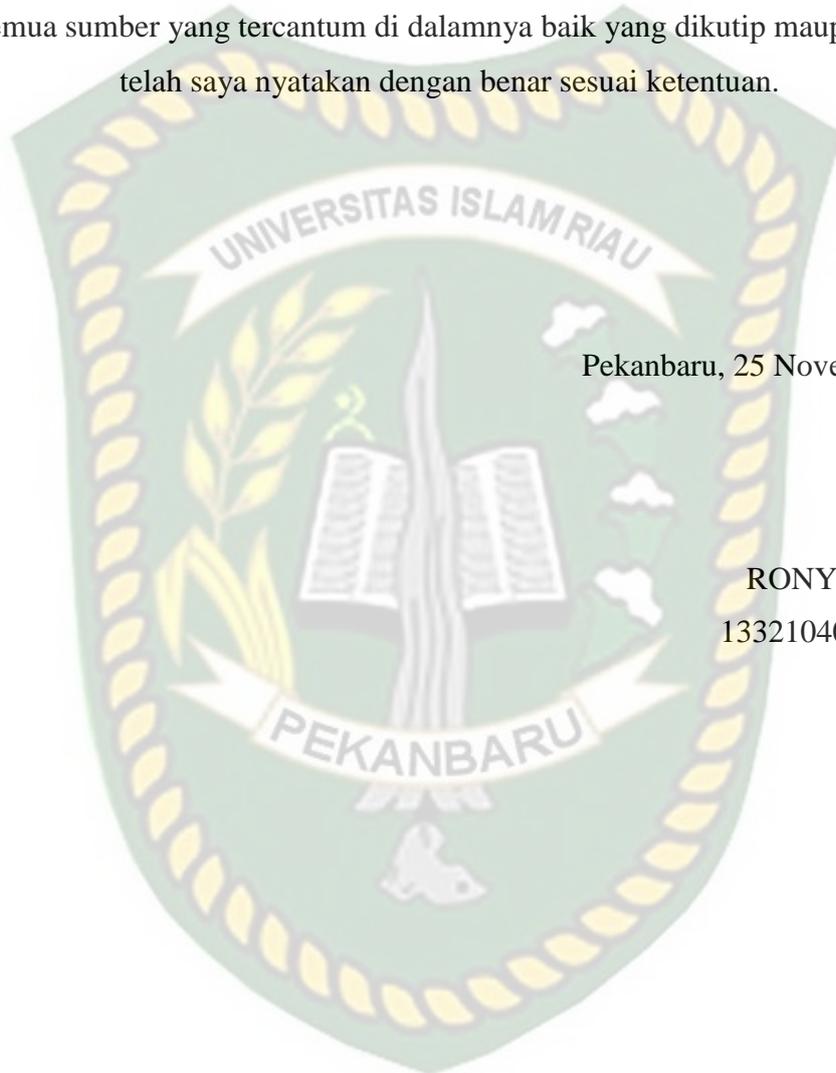
**NOVRIANTI, ST., MT**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan.

Pekanbaru, 25 November 2019

RONY  
133210405



## 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. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr.Mursyidah selaku dosen pembimbing I dan pak Idham Khalid selaku pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Pihak Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
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. Orang tua M.Yusuf Chaniago dan Elmi Yusita, serta Adik Ega Revoma dan adik Mico Ginta atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan sampai penyelesaian tugas akhir
5. Sahabat terbaik saya dari Cucu Sultan dan Sherly Maytriana, A.Md yang telah mendukung dan memberi motivasi saya dalam penulisan tugas akhir ini

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

Pekanbaru, 25 November 2019

RONY

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>III</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>IV</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>IV</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XII</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG .....	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.3. BATASAN MASALAH.....	3
1.4. METODOLOGI PENELITIAN .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. <i>FLYASH</i> DAUN BAMBU PETUNG.....	7
2.1.1. <i>Sumber Petung Bamboo Leaf Ash</i> .....	7
2.1.2. <i>Kandungan Petung Bamboo Leaf Ash</i> .....	9
2.2. PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN .....	10
2.3. <i>COMPRESSIVE STRENGTH</i> DAN <i>SHEAR BOND STRENGTH</i> .....	12
2.4. <i>ADDITIVE</i> .....	13
2.5. <i>INITIAL SETTING TIME</i> DAN <i>FINAL SETTING TIME</i> .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>16</b>

3.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN .....	16
3.2. BAHAN DAN PERALATAN .....	16
3.2.1. <i>Bahan</i> .....	16
3.2.2. <i>Peralatan</i> .....	19
3.3. PROSEDUR PENELITIAN .....	22
3.3.1. <i>Standar Percobaan</i> .....	22
3.3.2. <i>Persiapan Fly Ash Abu Daun Petung</i> .....	23
3.3.3. <i>Karakterisasi menggunakan EDS pada Fly Ash Daun Bambu</i> .....	23
3.3.4. <i>Pembuatan Sampel Semen</i> .....	24
3.3.5. <i>Pengujian Compressive Strength</i> .....	25
3.3.6. <i>Pengujian Shear Bond Strength</i> .....	25
3.3.7. <i>Pengujian Intial Setting Time dan Final Setting Time</i> .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>28</b>
4.1. <i>PENGUJIAN INITIAL SETTING TIME DAN FINAL SETTING TIME</i>	28
4.2. <i>HASIL ANALISA PENGUJIAN ENERGY DISPERSIVE X-RAY</i> <i>SPECTROSCOPY (EDS)</i> .....	30
4.3. <i>PENGUJIAN COMPRESSIVE STENGTH</i> .....	33
4.4. <i>PENGUJIAN SHEAR BOND STRENGTH</i> .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>39</b>
5.1. <i>KESIMPULAN</i> .....	39
5.2. <i>SARAN</i> .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN I</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN II</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN III</b> .....	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Diagram Alir.....	4
<b>Gambar 2.1</b>	Pohon Bambu Petung dan Daun Bambu .....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Proses pembakaran <i>Fly Ash</i> Daun Bambu Petung .....	8
<b>Gambar 3.1</b>	<i>Polypropylene glycol (PPG)</i> .....	17
<b>Gambar 3.2</b>	Bentonite.....	18
<b>Gambar 3.3</b>	Timbangan Digital .....	19
<b>Gambar 3.4</b>	<i>Constant speed Mixer</i> .....	20
<b>Gambar 3.5</b>	<i>Water Bath Temperatur Controller</i> .....	20
<b>Gambar 3.6</b>	Cetakan Sampel .....	21
<b>Gambar 3.7</b>	<i>Hydraulic Pressure</i> .....	21
<b>Gambar 3.8</b>	<i>Vicat Appratus</i> .....	22
<b>Gambar 3.9</b>	Diagram pembakaran abu daun bambu dan pengayakan .....	23
<b>Gambar 3.10</b>	Diagram pengujian penelitian.....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik uji EDS <i>Fly Ash</i> pada Sampel Daun Bambu Petung.....	32
<b>Gambar 4.2</b>	Nilai <i>Compressive Strength</i> .....	34
<b>Gambar 4.3</b>	Nilai <i>Shear Bond Strength</i> .....	36

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Daun Bambu Petung.....	10
<b>Tabel 2.2</b>	Perbandingan <i>h/d</i> Terhadap Koefisien Faktor.....	13
<b>Tabel 3.1</b>	Jadwal Penelitian Tugas Akhir.....	16
<b>Tabel 3.2</b>	Komposisi Bahan .....	24
<b>Tabel 4.1</b>	Variasi <i>intial Setting time</i> dan <i>final setting time</i> .....	29
<b>Tabel 4.2</b>	Komposisi Unsur Kimia <i>Fly Ash</i> Daun Bambu Petung.....	31
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Perhitungan nilai <i>compressive strength</i> Semen Dasar ditambah <i>fly ash</i> daun bambu petung.....	33
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Perhitungan nilai <i>shear bond strength</i> Semen Dasar ditambah <i>fly ash</i> daun bambu petung.....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

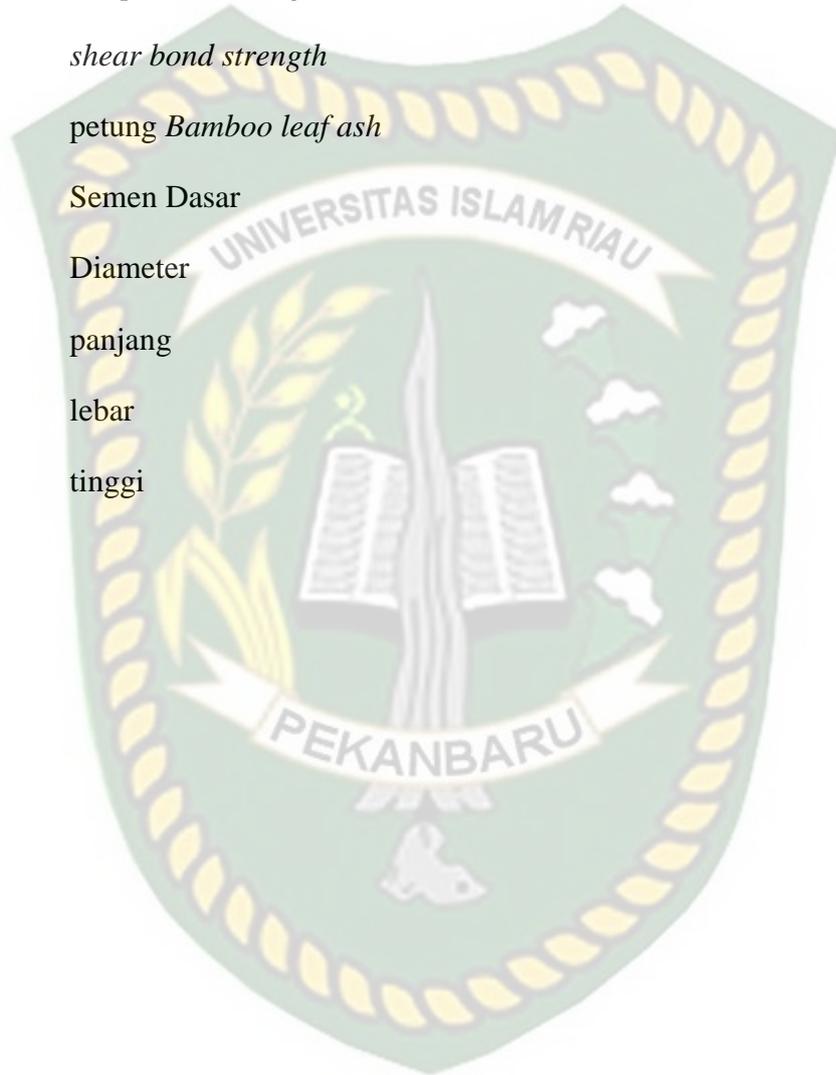
- LAMPIRAN 1** Pembuatan Suspensi Semen
- LAMPIRAN II** Pengujian *Compressive Strength*
- LAMPIRAN II** Pengujian *Shear Bond Strength*



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR SINGKATAN

CS	<i>compressive stength</i>
SBS	<i>shear bond strength</i>
PBLA	petung <i>Bamboo leaf ash</i>
SD	Semen Dasar
D	Diameter
p	panjang
l	lebar
t	tinggi



**PEMANFAATAN ADDITIF *FLY ASH* DAUN BAMBU PETUNG (*PETUNG BAMBOO LEAF ASH*) UNTUK MENINGKATKAN *STRENGTH* PADA SEMEN PEMBORAN**

**RONY  
133210405**

**ABSTRAK**

Pemanfaatan bambu lebih difokuskan pada pemanfaatan batang dan akarnya saja. Sedangkan untuk daun bambu kurang dimanfaatkan dengan baik. Daun bambu petung mempunyai banyak manfaat dibidang konstruksi karena daun bambu petung memiliki kandungan silica (Si) yang baik. *Fly ash* daun bambu petung mengandung *silica*, *alumina* dan *calcium* yang bersifat *pozzolan* sehingga dapat memperlambat waktu pengikatan pada semen dan dapat meningkatkan kekuatan semen pemboran. Diketahui bahwa silika yang berasal dari daun bambu ini bersifat amorf dan menunjukkan sifat *pozzolanic* yang baik dan aktivitas *pozzolanic* yang tinggi. Kekuatan semen dapat ditingkatkan dengan menambahkan aditif yang dapat meningkatkan kekuatan semen tetapi metode ini dapat meningkatkan biaya penyemenan.

Penelitian ini di lakukan pada pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* dengan menggunakan *additive fly ash* daun bambu petung dengan variasi konsentrasi 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% dan 15% BWOC. Pembuatan suspensi semen dilakukan dengan mencampurkan air, *bentonite*, *polypropylene glycol*,  $\text{CaCO}_3$ , dan *fly ash* daun bambu petung menggunakan *mixer*, setelah itu dituangkan dalam cetakan dan didiamkan pada *water bath*. Pendiaman dilakukan selama 24 jam dengan temperatur 60°C. Pengujian *strength* dan *shear bond strength* digunakan dengan menggunakan *hydraulic pressure*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan semen meningkat dengan *fly ash*. Komposisi *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *compressive strength* dan *shear bond strength* optimal didapatkan dengan penambahan 10% BWOC dan ketika penambahan dilanjutkan maka kekuatan semen akan berkurang. Nilai *compressive strength* yang diperoleh pada komposisi penambahan 10% BWOC adalah 1388.89 psi dan *shear bond strength* 129.74 psi.

**Kata kunci :** *Fly ash, pozzolan, setting time, compressive strength, shear bond strength, hydraulic press.*

**UTILIZATION OF ADDITIVE FLY ASH PETUNG BAMBOO LEAF (PETUNG BAMBOO LEAF ASH) TO INCREASE STRENGTH IN CEMENT DRILLING**

**RONY  
133210405**

**ABSTRACT**

*Utilization of bamboo is more focused on the use of stems and roots only. Whereas bamboo leaves are not utilized well. Petung bamboo leaves have many benefits in the field of construction because petung bamboo leaves have good silica (Si) content. Fly ash petung bamboo leaves contain silica, alumina and calcium which are pozzolanic so they can slow the binding time of the cement and can increase the strength of the drilling cement. It is known that silica derived from bamboo leaves is amorphous and shows good pozzolanic properties and high pozzolanic activity. The strength of the cement can be increased by adding additives which can increase the strength of the cement but this method can increase cementing costs.*

*This research was conducted on compressive strength and shear bond strength testing using additives fly ash petung bamboo leaves with a concentration variation of 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% and 15% BWOC. Making a cement suspension is done by mixing water, bentonite, polypropylene glycol, CaCO<sub>3</sub>, and petung bamboo leaf fly ash using a mixer, after that it is poured in a mold and allowed to stand in a water bath. Replanting is done for 24 hours with a temperature of 60oC. Strength testing and shear bond strength are used using hydraulic pressure.*

*The results showed that the strength of cement increased with fly ash. The composition of petung bamboo leaf fly ash results in optimal compressive strength and shear bond strength obtained with the addition of 10% BWOC and when the addition is continued the strength of the cement will decrease. The compressive strength values obtained in the composition of 10% BWOC addition were 1388.89 psi and shear bond strength of 129.74 psi.*

**Keywords:** *Fly ash, pozzolan, compressive strength, shear bond strength, hydraulic press.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Penyemenan adalah salah satu pekerjaan kompleksi sumur yang sangat penting. Keberhasilan penyemenan akan berakibat baik terhadap umur produksi sumur. Sebaliknya, kegagalan penyemenan akan menyebabkan kenaikan pengeluaran untuk memperbaiki *bonding* semen. Kualitas semen yang dibutuhkan dalam operasi penyemenan harus kuat dan kokoh agar *casing* tidak *collapse* dan runtuh akibat tekanan dari dinding formasi. Kualitas semen ditandai dengan tingginya nilai *compressive strength* dan *shear bond strength*.

Pada saat ini, banyak penemuan dan pengembangan kualitas dari additif yang digunakan dalam operasi *cementing* dilihat dari kebutuhan dan seperti kekuatan dan keekonomiannya. Hal ini dikarenakan banyak additif yang dapat menurunkan densitas semen namun kekuatannya menurun, kemudian ada juga additif bersifat *pozzolan* yang dapat menurunkan densitas semen tetapi kekuatannya kuat sedangkan harganya sangat mahal (Rudi Rubiandini, 2010).

Untuk memperoleh nilai *compressive strength* dan *shear bond strength*, saat ini ditambahkan beberapa *additive* pada semen pemboran. *Additive* pada semen berfungsi untuk menaikkan kekuatan (*strength*), mempercepat atau memperlambat waktu pengerasan, mengatur hilangnya air lapisan ke formasi, menaikkan daya tahan semen terhadap cairan korosif, menaikkan atau menurunkan viskositas, dan mencegah hilangnya sirkulasi semen (Samura, Ainurridha, & Zabidi, 2017). Penggunaan kalsium karbonat pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan meningkatkan sifat kohesif dari campuran beton (Tanggu, Santoso, & Hardjito, 2010). Jenis *additive* ini disesuaikan agar dapat meningkatkan nilai dari *compressive strength* dan *shear bond strength* dan sesuai dengan kondisi sumur.

Menurut API kekuatan semen yang dapat digunakan agar operasi pemboran dapat dilanjutkan adalah sebesar 500 psi untuk *compressive strength* dan 100 psi untuk *shear bond* (Novrianti, 2016). Nilai dari *compressive strength* dan *shear bond strength* berbanding lurus sehingga apabila kita meningkatkan *compressive strength* maka *shear bond strength* semen akan meningkat juga. Untuk meningkatkan nilai dari *strength* ini biasanya ditambahkan silika kedalam campuran semen. Salah satu alternatif *additive* yang dapat ditambahkan dan yang berasal dari limbah organik adalah abu daun bambu.

Dari penelitian beberapa silika daun bambu yang telah dilakukan sebelumnya mendasari dilakukannya penelitian ini yaitu akan memanfaatkan silika daun bambu dengan metode yang berbeda (Agustini, 2015).

Kandungan silika yang tinggi ini dapat berfungsi sebagai *pozzolan*. *Pozzolan* ini dapat membentuk massa yang padat dan ikatan yang keras sehingga dapat menghasilkan kekuatan semen semakin meningkat (Varma & Gadling, 2016). *Fly ash* daun bambu petung 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 petung pada campuran semen untuk mendapatkan pengaruh *fly ash* daun bambu petung dalam meningkatkan kekuatan semen pemboran.

## 1.2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya pengaruh variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung (petung *bamboo leaf ash*) terhadap *setting time* pada semen pemboran.
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung (petung *bamboo leaf ash*) terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength* pada semen pemboran.
3. Menentukan *compressive strength* dan *shear bond strength* yang optimal pada semen pemboran berdasarkan variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung (petung *bamboo leaf ash*).

## 1.3. BATASAN MASALAH

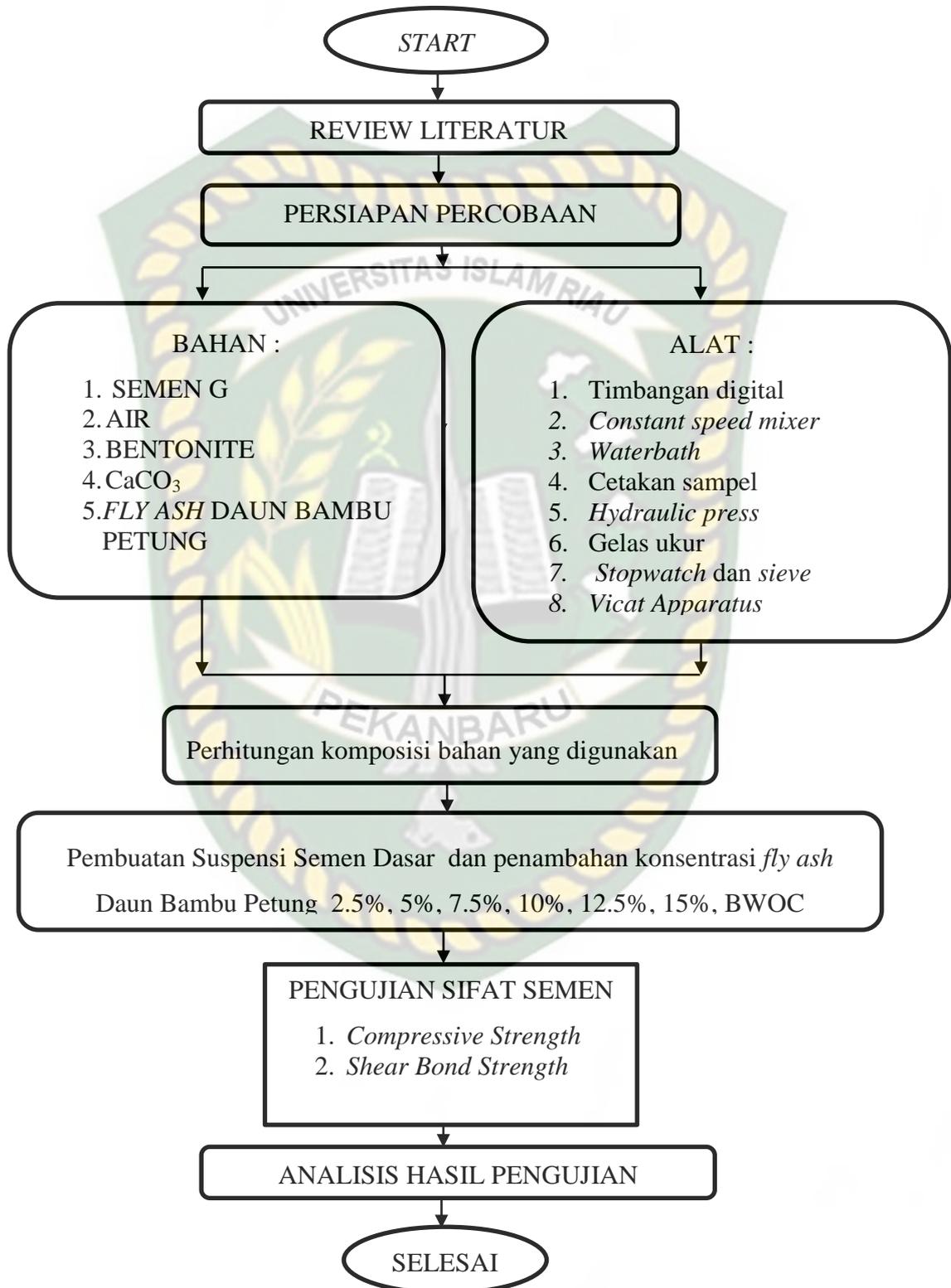
Agar penelitian penelitian ini terarah, maka dalam pembahasan difokuskan pada pemanfaatan *additive fly ash* daun bambu petung (petung *bamboo leaf ash*) untuk meningkatkan *strength* semen pada pemboran, baik *compressive strength* maupun *shear bond strength*.

## 1.4. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Lokasi : Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau
2. Metode penelitian : *Experiment Research*.
3. Karakteristik *fly ash* daun bambu petung ( EDS )
4. Uji *shear bond* dan *compressive strength* laboratorium
5. Teknik pengumpulan data : Data primer, yaitu mendapatkan data secara langsung dari penelitian yang dilakukan, buku pegangan pelajaran teknik perminyakan, paper dan diskusi dengan dosen pembimbing.

Adapun diagram alir dari penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 1.1 Diagram Alir

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Allah SWT telah menciptakan alam semesta untuk kepentingan dan kesejahteraan semua makhluk-Nya, khususnya manusia. manusia memiliki tugas untuk memanfaatkan, mengelola, dan memelihara alam semesta. sebagaimana sumber daya alam adalah segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT di bumi yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk kebutuhan hidupnya tercukupi dan sejahtera dan sumber daya alam yang terdapat dimana saja seperti di tanah, air, udara dan sebagainya.

Makin majunya zaman sumber daya alam dengan dilakukan secara modern sehingga hampir pengelolaannya semua menyebabkan globalisasi contohnya hampir semua jenis industri mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan, salah satunya adalah industri tahu. Industri tahu mengeluarkan limbah padat dan cair. Limbah cair industri tahu pada umumnya banyak menggunakan air untuk proses maupun untuk pencucian alat dan biji kedelai. Sebagian besar digunakan untuk proses, air dibuang langsung ke lingkungan. Pembuangan limbah yang langsung ke lingkungan dapat menyebabkan rusaknya lingkungan hidup. Padahal Allah SWT sudah memperingatkan manusia agar tidak merusak lingkungan, sebagaimana diterangkan dalam surat 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).*

Perusakan adalah salah satu bentuk pelanggaran batas yang dilarang pada ayat sebelumnya. Karena itu, ayat 56 ini melanjutkan tuntunan-Nya dengan melarang membuat kerusakan di bumi sesudah memperbaikinya yang dilakukan oleh Allah SWT dan atau siapapun dan memerintahkan berdoa serta

beribadah kepada-Nya dalam keadaan takut sehingga lahir kekhusyukan dan dorongan yang lebih besar untuk menaati-Nya dan dalam keadaan penuh harapan terhadap anugerah-Nya termasuk pengabulan doa itu.

## 2.1. FLY ASH DAUN BAMBU PETUNG

### 2.1.1. Sumber Petung *Bamboo Leaf Ash*

Bambu petung dikenal dengan nama ilmiah (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne). Bambu petung seperti pada gambar 2.1 mempunyai beberapa nama daerah antara lain awi bitung, pring petung dan pereng petong. Jenis bambu ini mempunyai rumpun yang agak sedikit rapat. Warna batang hijau kekuning-kuningan. Ukurannya lebih besar dan lebih tinggi dari jenis bambu yang lain. Tinggi batang mencapai 20 m dengan diameter batang sampai 20 cm. Ruas bambu petung cukup panjang dan tebal, panjangnya antara (40–60) cm dan ketebalan dindingnya (1-1.5) cm. Bambu petung dapat dimanfaatkan untuk saluran air, penampung air aren yang disadap, dinding rumah yang dianyam (gedek atau bilik) dan berbagai jenis barang kerajinan. Rebung bambu petung terkenal paling enak untuk disayur diantara jenis-jenis bambu lainnya (Priyanto, 2015). Pemanfaatan bambu lebih difokuskan pada pemanfaatan batang dan akarnya saja. Sedangkan untuk daun bambu kurang dimanfaatkan dengan baik.

Populasi bambu di dunia diperkirakan ada 1200-1300 jenis. Jumlah 143 jenis bambu tersebut terdapat di Indonesia, yang 60 jenisnya ada di pulau Jawa. Tanaman bambu tidak terlalu banyak menuntut persyaratan untuk tumbuh. Bambu dapat tumbuh di daerah iklim basah sampai kering, dari dataran rendah hingga dataran tinggi (Putro & Murningsih, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), mengungkapkan bahwa kandungan silika pada jenis batang bambu petung mencapai 3.51 %, pada bambu terus meningkat dari akar, batang hingga daun (Fajarwati, Chrismara, Aris, & n.d., 2016).



**Gambar 2.1** Daun Bambu Petung dan Batang Bambu Petung (Rony,2018)

Limbah ini memerlukan penggunaan alternatif untuk menjadi oleh produk yang digunakan sebagai *pozzolan*. Demikian juga, daun bambu merupakan limbah pertanian yang melimpah di wilayah hutan hujan tropis. daur ulang limbah merupakan salah satu solusi untuk limbah pertanian. Penampang daun bambu petung sebagaimana pada gambar 2.1 ketika daun bambu yang dibakar menjadi abu, dapat digunakan kembali dengan cara yang ekonomis sebagai pozzolan (Temitope, Kolapo, Ac, & Olugbenga, 2015).

Para peneliti telah berhasil menunjukkan bahwa pemanfaatan daun abu bambu pembakaran tersebut yang tidak dimanfaatkan dan dikelola dengan baik yang dapat menghasilkan kerusakan atau pencemaran lingkungan.



**Gambar 2.2** Proses pembakaran *Fly Ash* Daun Bambu Petung (Rony, 2018)

Pembakaran daun bambu petung pada gambar 2.2 akan menghasilkan limbah berupa abu terbang (*fly ash*). Proses pembakaran abu daun bambu Petung yang harus dicuci dengan air terlebih dahulu. Daun bambu yang telah bersih akan melalui tahap pengeringan dibawah sinar matahari selama 2 hari. Tahap

selanjutnya adalah proses menjadikan daun bambu petung kering menjadi abu. Dari gambar 2.2 bahwa proses pembakaran abu daun bambu belum tahap furnace. Maka dari penelitian sebelumnya proses daun bambu petung kering diabukan dengan menggunakan furnace pada temperatur 600-800°C selama 2 jam sehingga didapatkan abu daun bambu petung yang berwarna putih keabuan memiliki pengaruh pada perilaku *pozzolan* yang menunjukkan aktifitas yang tinggi (Priyanto et al., 2015). dibiarkan dingin dan dilakukanlah pengayakan pada permukaan yang bersih dan Silika yang terbentuk kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 300 mesh. saat mulai proses ayak sebelum nya harus digiling ataupun ditumbuk oleh penggilingan menjadi bubuk setelah itu diayak sesuai ukuran pada sifat *pozzolan* (Nurmala, 2010).

Daun bambu ini mempunyai banyak kelebihan diberbagai bidang. dibidang konstruksi daun bambu dapat digunakan dalam campuran beton karena memiliki kualitas yang baik dan dapat menambah kuat tekan pada beton yang ramah lingkungan (green concrete). Daun bambu mempunyai kandungan silica sebesar 75,90 % dengan pengelolaan yaitu daun bambu (Sipil Poltekba, 2016).

### **2.1.2. Kandungan Petung *Bamboo Leaf Ash***

Daun bambu petung mempunyai banyak manfaat dibidang konstruksi karena daun bambu petung memiliki kandungan silica (Si) yang baik. *Fly ash* abu daun bambu petung mengandung *silica, alumina dan calcium* yang bersifat *pozzolan* sehingga dapat memperlambat waktu pengikatan pada semen dan dapat meningkatkan kekuatan semen pemboran. *Pozzolan* Dari penelitian sebelumnya mengenai daun bambu sebagai bahan *pozzolan* diketahui bahwa silika yang berasal dari daun bambu ini bersifat amorf dan menunjukkan sifat *pozzolan* yang baik dan aktivitas *pozzolan* yang tinggi (Villar-Cociña et al., 2011).

untuk mengurangi penggunaan semen. Dalam keadaan basah dan halus dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dapat mengeras pada suhu kamar (Bayuaji, Kurniawan, Yasin, Fatoni, & Lutfi, 2017). Dengan adanya sifat *pozzolan* pada *fly ash* yang mengandung silika reaktif dapat berfungsi untuk mereduksi kapur bebas (Ca(OH)<sub>2</sub>) (Salain, 2016). Hasil dari reaksi ini

menghasilkan ikatan *calcium silica hydrate* (C – S – H) yang merupakan sifat semen (Safitri & Djumari, 2009).

Menurut ASTM C618 *fly ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu *fly ash* kelas F dan kelas C (Usman, 2018). Perbedaan utama dari kedua *fly ash* tersebut berdasarkan banyaknya kadar kalsium, silika, aluminium dan besi di *fly ash* tersebut. SiO<sub>2</sub> (35%-70%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10%-30%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4%-20%), CaO (1%-35%). Apabila jumlah kadar oksida (SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) > 70%, diklasifikasikan kedalam kelas F sedangkan jika jumlah kadar oksida (SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) > 50% diklasifikasikan kedalam *fly ash* kelas C. *Fly ash* kelas C mengandung CaO lebih dari 20% dan *fly ash* kelas F mengandung CaO kurang dari 10%. Adapun hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang telah terbentuk dengan dianalisa menggunakan *Spektroskopi X-Ray Fluoresence (XRF)* untuk mengetahui komposisi senyawa yang terdapat pada abu daun bambu petung dan memastikan adanya kandungan silika didalamnya dan juga kandungan kimia lainnya dari *fly ash* daun bambu petung yaitu terdapat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia *Fly Ash* Daun Bambu Petung

Senyawa Oksida	Persen Massa(%)
Si	58,3
K	3,44
Fe	1,65
Ca	30,00
Mn	0,70
Sr	0,42
Ni	1,65
Ti	0,23
Zn	0,07
Cu	0,20
SO <sub>3</sub>	-

Sumber : (Agus Priyanto, 2015)

## 2.2. PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN

Pada penelitian yang dilakukan (Abdurrahman & Permadi, 2016), 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.

(Novrianti, 2016) 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 tentang penggunaan *fly ash* terhadap semen telah sering dilakukan. Tidak hanya *fly ash* yang berasal dari pembakaran batu bara, tetapi ada juga yang berasal dari pembakaran kelapa sawit. Penggunaan *fly ash* ini beragam jumlahnya, tetapi biasanya digunakan sebanyak <25% (Roskos, Cross, Berry, & Stephens, 2011).

Penelitian yang pernah dilakukan bahwa *fly ash* dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian (Erviyanto, Saleh, & Prayuda, 2016) hasil kuat tekan beton dengan penambahan *fly ash* 5%, 7,5% dan 10% di dapatkan kuat tekan sebesar 35,95 Mpa, 41,49 Mpa dan 40,45 Mpa, bahwa dengan penambahan 7,5% penambahan komposisi *fly ash* yang optimum. Kemudian dari penelitian yang dilakukan bahwa penambahan komposisi *fly ash* yang optimum sebanyak 12,5% (Setiawati, 2018). Pada penelitian yang lain didapatkan penambahan *fly ash* 15%. Tetapi kuat tekan beton akan berkurang apabila semakin banyak penambahan *fly ash* (Kushartomo & Tandio, 2013). Dari penelitian ini juga menyatakan bahwa umur beton dapat mempengaruhi kekuatan beton.

Penelitian lain yang menggunakan *fly ash* untuk meningkatkan *shear bond* dan *compressive strength* dilakukan oleh tim peneliti UIR (Rita et al., 2019) 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.

### 2.3. COMPRESSIVE STRENGTH DAN SHEAR BOND STRENGTH

*Strength* pada semen terbagi dua, yakni *compressive strength* dan *shear bond strength*. *Compressive strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan tekanan-tekanan yang berasal dari formasi maupun dari *casing*, kekuatannya sebesar 500 psi sedangkan *shear strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan berat *casing* kekuatannya 100 psi (Prasetyo & Lisantono, 2017). Jadi *compressive strength* menahan tekanan-tekanan dalam arah horizontal dan *shear bond strength* semen menahan tekanan- tekanan dari arah vertikal (Samura, Ainurridha, & Zabidi, 2017).

Dalam mengukur *strength* semen, sering kali yang diukur adalah *compressive strength* dari pada *shear bond strength*. Umumnya *compressive strength* mempunyai harga 8 - 10 kali lebih dari harga *shear strength*. Pengujian *compressive strength* di laboratorium dilakukan dengan menggunakan alat *Curing Chamber* dan *Hydraulic Mortar*.

*Curing Chamber* dapat mensimulasikan kondisi lingkungan semen untuk temperatur dan tekanan tinggi sesuai dengan temperatur dan tekanan formasi. *Hydraulic Mortar* merupakan mesin pemecah semen yang sudah mengeras dalam *Curing Chamber* (Rubiandini, 2002).

Persamaan yang digunakan untuk menghitung *compressive strength*:

$$CS = K \times P \left( \frac{A_1}{A_2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

CS = *Compressive stength* semen, psi

K = Kofisien faktor, fungsi dari perbandingan tinggi(h) terhadap diameter (d)

P = Pembebanan maksimum, psi

$A_1$  = Luas penampang *block bearing*,  $inch^2$

$A_2$  = Luas permukaan sampel semen,  $inch^2$

Persamaan yang digunakan untuk menghitung *Shear bond Strength* :

$$SBS = K \times P \times \frac{A_1}{\pi \times D \times h} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

SBS = *Shear bond strength* semen, psi

K = Kofisien faktor, fungsi dari perbandingan tinggi(h) terhadap diameter (d)

P = Pembebanan maksimum, psi

$A_1$  = Luas penampang *block bearing*,  $inch^2$

d = Diameter dalam *casing* sampel (semen), *inch*

h = Tinggi sampel semen, *inch*

**Tabel 2.2** Perbandingan  $h/d$  Terhadap Koefisien Faktor

$h/d$	Koefisien Faktor
1,75	0,98
1,5	0,96
1,25	0,93
1	0,87

Sumber : (Ridho & Khoeri, 2015)

Untuk mencapai hasil penyemenan yang diinginkan, maka *strength* semen harus:

- Melindungi dan menyokong *casing*.
- Menahan tekanan hidrolik yang tinggi tanpa terjadinya perekahan.
- Menahan guncangan selama operasi pemboran dan perforasi.
- Menyekat lubang dari fluida formasi yang korosif.
- Menyekat antar lapisan yang *permeable*.

#### 2.4. ADDITIVE

*Additive* merupakan bahan-bahan yang ditambah dalam membuat bubur semen. Bahan-bahan ini ditambahkan untuk mendapatkan sifat-sifat bubur semen sesuai dengan yang diinginkan. *Additive* ditambahkan pada semen untuk

memberikan variasi yang lebih luas pada sifat-sifat bubuk semen agar memenuhi persyaratan yang diinginkan.

Adapun jenis-jenis *additive* yang biasa digunakan dalam operasi penyemenan adalah sebagai berikut (Smith, 1990):

- a. *Accelerator*, digunakan untuk mengurangi waktu WOC, dan untuk mencegah *lost circulation*. Keuntungannya adalah mempercepat waktu pengerasan dan *strength* yang tinggi diawal. Contohnya *Calcium chloride*, *Sodium chloride*, *gypsum*, dll
- b. *Retarder*, digunakan untuk meningkatkan *thickening time* dan mengurangi viskositas campuran semen. Keuntungannya yaitu memperlama waktu pemompaan semen dan meningkatkan aliran semen. Contohnya *Lignosulfonate*, *Calcium Carbonat*, asam organik, CMHEC, dll.
- c. *Weight-reducing additives*, digunakan untuk mengurangi *lost circulation* dan mengurangi berat semen. Keuntungannya yaitu lebih ekonomis, semen yang lebih ringan, dan mengisi dengan lebih baik. Contohnya *bentonite*, *gilsonite*, *perlite*, dll.
- d. *Heavyweight additives*, digunakan meningkatkan berat semen dan untuk melawan tekanan yang tinggi. Contohnya yaitu *hemalite*, *limonite*, *barite*, dll.
- e. *Additives for controlling lost circulation*, digunakan untuk menghindari *lost circulation*, meningkatkan *fill up*. Keuntungannya yaitu memperbaiki *fracture zone*, kolom fluida yang lebih ringan, dan dapat menangani *lost circulation*. Contohnya yaitu *gilsonite*, *gypsum cement*, *walnut hulls*, dll.
- f. *Filtration control additives*, digunakan untuk *squeeze cementing*, penyemenan pada formasi yang sensitive terhadap air. Keuntungannya yaitu mengurangi *dehydration*, mengurangi volume semen, dan *fill up* yang lebih baik. Contohnya yaitu *polymer*, CMHEC, *latex*, dll.
- g. *Dispersants*, digunakan untuk mengurangi viskositas, mengurangi kekuatan pemompaan dan meningkatkan *flow properties*. Keuntungannya yaitu mengurangi *fluid loss*, penempatan semen yang lebih baik. Contohnya yaitu *polymer*, *sodium chloride*, dll.

- h. *Special Additive*, terdapat bermacam-macam *additive* lainnya yang dikelompokkan sebagai *specially additive*, diantaranya adalah *mud decontaminant*, *radioactive tracers*, *antifoam agent*, *silica*, *strengthening agent*, dan *gelling agent*.

## 2.5. INITIAL SETTING TIME DAN FINAL SETTING TIME

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat semen terbagi atas 2 yaitu *initial setting time* (waktu ikat awal) dan *final setting time* (waktu ikat akhir) :

- a) *Initial Setting Time*, yaitu berlangsung saat semen mulai menjadi kaku setelah semen dicampur dengan air. Dimana pasta semen kehilangan plastisitasnya dan menjadi cukup koheren untuk menahan tekanan. Saat ini ditentukan dalam jam dan menit, Standar *initial setting time* : 1-4 jam, bila *initial setting time* kurang dari 1 jam, berarti semen Portland tersebut kurang baik, karena cepat mengeras.
- b) *Final Setting Time*, yaitu setelah *initial setting time*, pasta semen masih dalam keadaan keras dan menjadi kaku dan cukup kuat menahan tekanan yang besar, Standar *final setting time* : 4-6 jam, bila *final setting time* kurang dari 4 jam, berarti semen Portland tersebut kurang baik, karena cepat mengeras (Anggraini, Nurlina, Teknik, 2013).

Standar pengujian waktu ikat semen adalah SNI 15-2049- 2004. (R.Arianto & Ermiyati,2014) . Waktu pengikatan pada pasta dilakukan dengan menggunakan pengujian vicat tes. Pengujian waktu pengikatan didapatkan data waktu pengikatan awal (*initial setting time*) Waktu ikat awal ditentukan dari grafik penetrasi waktu, yaitu waktu dimana penetrasi jarum vicat mencapai 25mm dan waktu pengikatan akhir adalah ketika jarum tidak nampak terbenam pada pasta (*final setting time*) (Wardhono. A,2013).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah *Experiment Research* atau penelitian eksperimental laboratorium. Menurut Syaiful dan Aswan, metode eksperimen adalah cara penyajian pelajaran, dimana seseorang melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari, yang bertujuan untuk mengetahui apakah sesuatu metode, prosedur, sistem, proses, alat, dan bahan, serta model efektif dan efisien jika diterapkan di suatu tempat.

#### 3.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dan di Laboratorium Fmipa Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu bulan Ferbuari sampai dengan Maret 2019. Dengan rincian pelaksanaan yaitu satu bulan untuk persiapan bahan dan satu bulan untuk pembuatan dan pengujian sampel.

**Tabel 3.1** Jadwal Penelitian Tugas Akhir

No	Kegiatan	Ferbuari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan Bahan								
2.	Penelitian di Laboratorium								
3.	Analisis Hasil Perhitungan								
4.	Pembahasan dan Kesimpulan								

#### 3.2. BAHAN DAN PERALATAN

##### 3.2.1. Bahan

Dalam pembuatan suspensi semen pemboran bahan utama yang digunakan adalah semen dan air. Kemudian ditambahkan juga beberapa *additive* untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen klasifikasi API kelas G Produksi PT.Holcim

Merupakan semen dasar yang dapat digunakan sampai kedalaman 8000 ft (2440 meter). Bila ditambah dengan *additive*, maka semen kelas G ini dapat

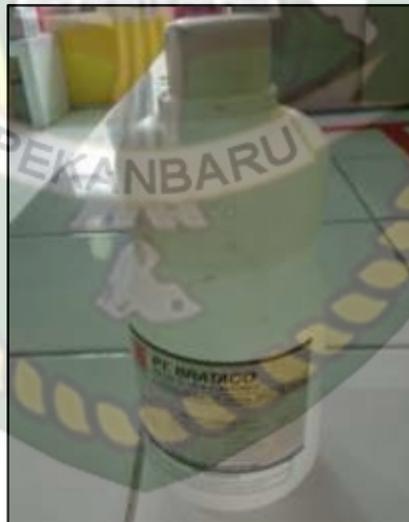
digunakan pada tekanan dan temperatur yang lebih tinggi serta kedalaman yang lebih dalam. Sebagai semen dasar dan jika diperlukan dapat ditambah *additive* yang sesuai (Badu, 2008)

2. Air

Air ditambahkan untuk mencapai densitas yang diinginkan. Air berguna agar suspensi semen dapat dengan mudah mengalir dan dipompa. Pemakaian air yang terlalu sedikit akan menyebabkan terjadinya gesekan atau friksi di *annulus* karena sulit pada saat pemompaan, sedangkan pemakaian air yang terlalu banyak akan menyebabkan terbentuknya pori-pori pada semen sehingga air dapat dengan mudah keluar dari formasi yang telah disemen, sehingga terjadi *loss circulation*.

3. *Polypropylene glycol* (PPG)

PPG berguna untuk mengatasi *foam* pada saat pengadukan semen, yang mana jika terbentuk *foam*, maka saat suspensi semen tersebut akan terbentuk pori-pori pada semen yang mana akan mengurangi kekuatan semen.



**Gambar 3.1** *Polypropylene glycol* (PPG)

4. *Bentonite*

API merekomendasikan kadar *bentonite* yang digunakan adalah 1% sampai 5,3% bwoc yang berlaku untuk seluruh kelas semen. *Bentonite* merupakan *fluid loss control agent* yang berfungsi mencegah hilangnya fasa *liquid* semen ke dalam formasi, sehingga terjaga kandungan cairan pada suspensi semen. *Bentonite* juga dapat mengurangi *free water* dari suspensi semen (Zomorrodian,

Vipulanandan, & Richardson, 2013). *Bentonite* dapat menjadi *viscosity modifying agent* karena dengan penambahan *bentonite* mengakibatkan meningkatkan *apparent viscosity*, *yield stress*, dan konsistensi (Benyounes & Benmounah, 2014).



**Gambar 3.2** Bentonite

5. *Calcium Carbonat* ( $CaCO_3$ )

Berguna dapat meningkatkan kuat tekan dan meningkatkan sifat kohesif dari campuran beton (Tanggu et al., 2010) dan menaikkan *compressive strength* (Rubiandini, 2002).

6. *Fly Ash* Daun Bambu Petung

*Fly ash* daun bambu petung yang digunakan untuk penelitian ini adalah *fly ash* yang berasal dari rumah warga setempat di Kabupaten Tg Balai Karimun, Kepri melakukan penanaman sekitar 200 pohon bambu dilahan  $\pm 1$  Ha di Sungai raya dan  $\pm 300$  penanaman bambu dilakukan disepanjang jalan masuk menuju Sungai pasir. Dan masih banyak lagi pohon bambu disekitar Kabupaten Karimun Namun, selama ini limbah daun bambu belum dikelolah dengan baik. Banyak masyarakat Karimun yang hanya mengolah daun bambu hanya untuk di jadikan limbah dan kompos. Sedangkan daun bambu mempunyai banyak manfaat dibidang konstruksi karena daun bambu memiliki kandungan silika ( $SiO_2$ ) yang baik. *Fly ash* kemudian disaring dengan menggunakan *sieve* dengan nomor saringan 300 *mesh*. Nilai *specific gravity* yang di peroleh dari penelitian ini adalah 2.64 (A.A. & I., 2015).

Dari penelitian sebelumnya mengenai daun bambu sebagai bahan *pozzolanic* diketahui bahwa silika yang berasal dari daun bambu ini bersifat

amorf dan menunjukkan sifat *pozzolanic* yang baik dan aktivitas *pozzolanic* yang tinggi (Villar-Cociña et al., 2011). *Pozzolan* adalah sebuah bahan berupa alumina atau silika yang bila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk senyawa semen (Salain, 2016). *Fly ash* merupakan *pozzolan* terbaik dan terkenal dan yang salah satu paling umum digunakan di dunia. *Fly ash* juga telah berhasil meningkatkan kekuatan pada semen normal sebagai pengganti pasir (Setiawati, 2018).

### 3.2.2. Peralatan

Berikut ini adalah alat beserta gambar yang dipakai pada penelitian ini.

#### 1. Timbangan Digital

Timbangan Digital adalah alat untuk mengukur atau menimbang banyaknya bahan dasar suspensi semen dan *additive* yang akan digunakan. Gambar timbangan digital dapat dilihat pada gambar 3.3



**Gambar 3.3** Timbangan Digital  
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

#### 2. *Constant speed Mixer*

*Constant speed Mixer* adalah alat untuk mengaduk material suspensi semen serta semua *additive* agar tercampur merata. Gambar *Constant Speed Mixer* dapat dilihat pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4** *Constant speed Mixer*  
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

### 3. *Water Bath Temperatur Controller*

*Water Bath Temperatur Controller* adalah alat untuk mengontrol *temperature* semen agar tetap konstan pada pembuatan sampel pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength*. Gambar *Water Bath Temperatur Controller* dapat dilihat pada gambar 3.5.



**Gambar 3.5** *Water Bath Temperatur Controller*  
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

### 4. Cetakan Sampel

Cetakan Sampel adalah alat untuk mencetak sampel semen yang akan digunakan pada pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength*. Gambar Cetakan Sampel dapat dilihat pada gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Cetakan Sampel

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

5. *Hydraulic Press*

*Hydraulic Press* adalah alat untuk mengukur kekuatan tekanan retak semen pemboran. Gambar *Hydraulic Press* dapat dilihat pada gambar 3.7.



**Gambar 3.7** *Hydraulic Pressure*

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

6. *Cement Consistency Tester Vicat*

Uji vicat adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui waktu ikat awal pada semen dan akhir pada semen *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needles* dan ASTM C 266-99. Dua tahap diukur

yaitu pengikatan awal (*Initial setting time*) adalah waktu dimana jarum diameter 1.13 mm akan penetrasi 25 mm kedalam pasta standar. Waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu dimana suatu alat tidak akan meninggalkan bekas, sementara anjungan utama akan menancap pasta (P. Nugraha dan Antoni, 2007). Gambar *Cement Consistency Tester Vicat* dapat dilihat pada gambar 3.8.



**Gambar 3.8** *Cement Consistency Tester Vicat*  
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

### 3.3. PROSEDUR PENELITIAN

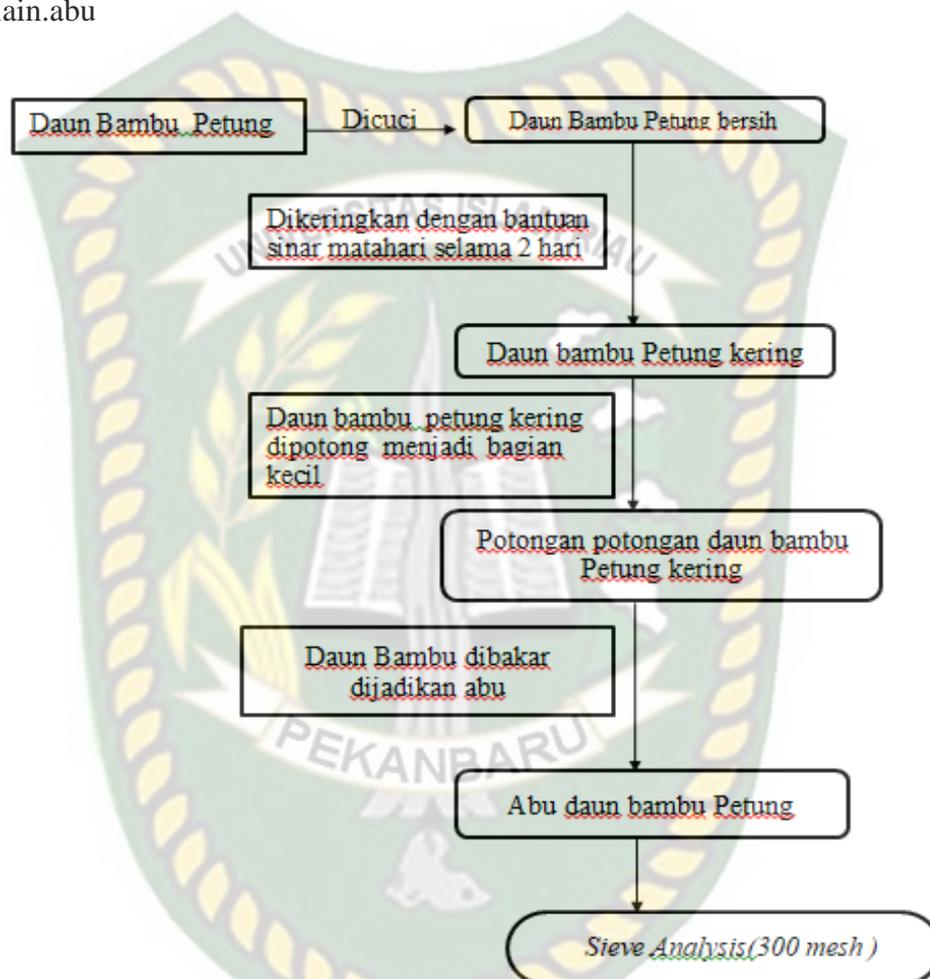
#### 3.3.1. Standar Percobaan

Standar percobaan yang digunakan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Persiapan sampel *fly ash* menggunakan ASTM C 117-03
2. Pembuatan sampel menggunakan IS : 9013 – 1978 ( Reaffirming 2004).
3. Pengujian megggunakan *hydraulic press* menggunakan SNI 03-1974-1990.

### 3.3.2. Persiapan *Fly Ash* Abu Daun Petung

Pertama-tama *fly ash* abu daun bambu nomor saringan 300 *mesh*, (F, S, & C, 2015). supaya pada saat proses pengadukan dapat tercampur dengan bahan yang lain.abu



**Gambar 3.9** Diagram pembakaran abu daun bambu dan pengayakan

### 3.3.3. Karakterisasi menggunakan EDS pada *Fly Ash* Daun Bambu

*Fly ash* daun bambu petung yang telah dibakar kemudian dikarakterisasi menggunakan EDS. salah satu teknik analisis untuk menganalisis unsur atau karakteristik kimia dari spesimen. Karakterisasi ini bergantung pada penelitian dari interaksi beberapa eksitasi sinar X dengan spesimen. Kemampuan untuk mengkarakterisasi sejalan dengan sebagian besar prinsip dasar yang menyatakan bahwa setiap elemen memiliki struktur atom yang unik, dan merupakan ciri khas

dari struktur atom suatu unsur, sehingga memungkinkan sinar-X untuk mengidentifikasinya (Nugrokho, 2012).

### 3.3.4. Pembuatan Sampel Semen

1. Dalam penelitian ini pembuatan sampelnya terdiri dari semen dasar tanpa *fly ash* dan semen dasar menggunakan *fly ash* abu daun bambu dengan konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15%, dapat di lihat di tabel 3.2. Perhitungan untuk menimbang bahan dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 3.2 Komposisi Bahan**

No	Komposisi	Bahan					
		Semen (gr)	Air (ml)	Bentoni te (gr)	CaCO <sub>3</sub> (gr)	Fly ash BLA (gr)	PPG (gr)
1	SD (semen dasar)	513,835	430,023	7,707	7,707	0	0,515
2	SD + 2,5% fly ash PBLA	502,557	429,299	7,538	7,538	12,563	0,502
3	SD + 5% fly ash PBLA	492,055	428,087	7,380	7,380	24,602	0,492
4	SD + 7,5% fly ash PBLA	481,685	427,254	7,225	7,225	36,12	0,481
5	SD + 10% fly ash PBLA	471,744	426,456	7,706	7,706	47,174	0,471
6	SD +12,5%	457,360	425,890	6,860	6,860	57,17	0,457
7	SD + 15%	453,041	424.232	6,795	6,795	68,95	0,454

2. Kemudian mencampur bubuk semen dengan *additive* bentonite, CaCO<sub>3</sub>, dan *fly ash* abu daun bambu dalam kondisi kering.
3. Memasukkan air ke dalam gelas dan campurkan dengan PPG. Letakkan gelas padaudukannya di mixer, kemudian menjalankan *mixer* pada kecepatan 4000 rpm dan memasukkan campuran semen ke dalamnya. Lanjutkan pengadukan pada kecepatan tinggi 1200 rpm selama 3 menit.
4. Mengoleskan *grease* ke dalam cetakan kubik sedangkan untuk cetakan silinder *casing* tidak diolesi *grease*.

5. Menuangkan sampel suspensi semen dari *mixer* kedalam cetakan yang telah tersedia. Bungkus menggunakan *plastic wrap* dan juga aluminium *foil*.
6. Masukkan cetakan beserta sampel ke dalam *water bath* untuk kemudian dilakukan pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength*. Pendiaman dilakukan selama 24 jam dengan temperatur 60°C.

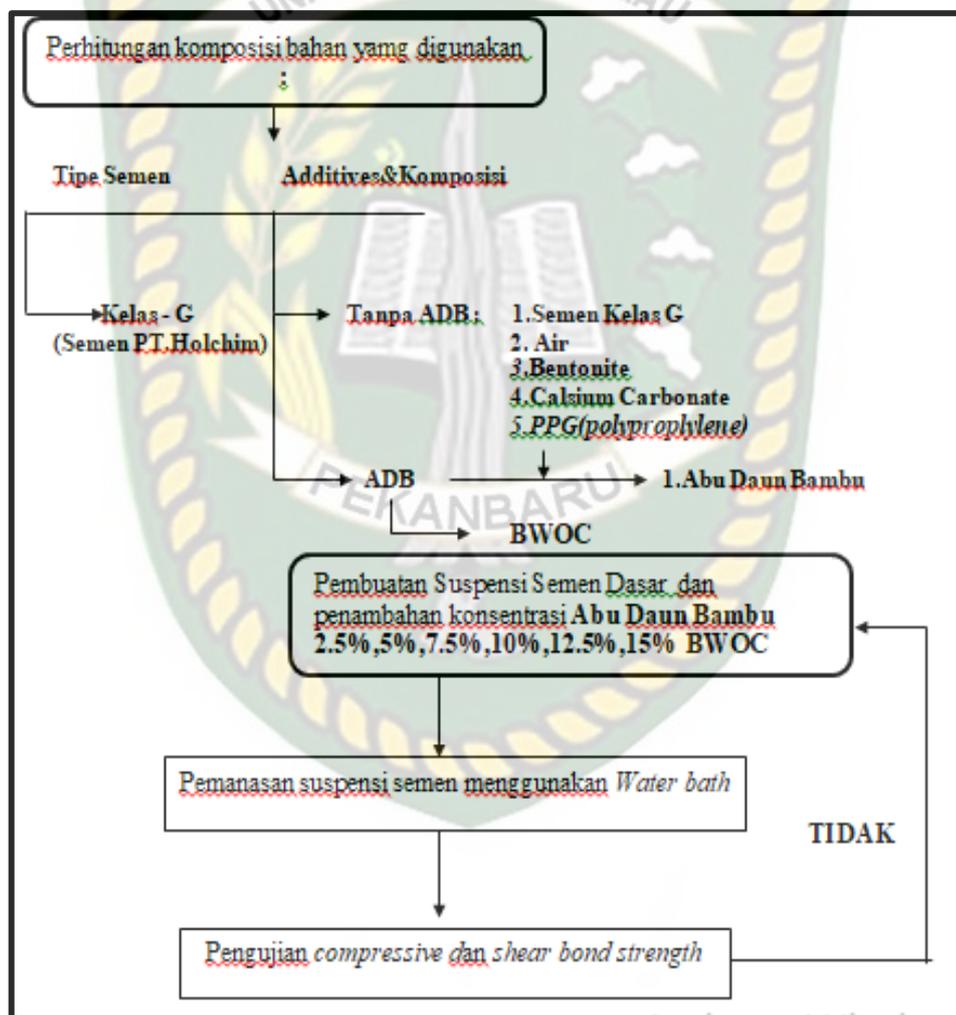
### 3.3.5. Pengujian *Compressive Strength*

1. Setelah 24 jam, keluarkan sampel dari *water bath* dan buka plastik pembungkus kemudian melepaskan semen dari cetakan sampel kubik.
2. Membersihkan permukaan sampel dari tetesan air dan pasir maupun gerusan butiran semen agar tidak menempel pada *bearing* blok mesin penguji.
3. Ratakan permukaan sampel sebelum dimasukkan ke dalam alat *hydraulic press*.
4. Meletakkan sampel semen dalam blok *bearing* dan atur supaya tepat ditengah-tengah permukaan blok *bearing* di atasnya dan blok *bearing* di bawahnya, sampel semen harus berdiri vertikal.
5. Menghidupkan motor penggerak pompa dan jangan melakukan pengaturan (pembetulan) pada kontrol *testing* selama pembebanan maksimum ketika batuan pecah.
6. Mencatat hasil pembebanan maksimum tersebut.

### 3.3.6. Pengujian *Shear Bond Strength*

1. Setelah 24 jam, keluarkan sampel dari *water bath* dan buka plastik pembungkus kemudian mengambil cetakan sampel silinder *casing* yang berisi semen.
2. Membersihkan permukaan sampel dan permukaan *mold* dari tetesan air dan pasir maupun gerusan butiran semen agar tidak menempel pada *bearing block* mesin penguji.
3. Meletakkan *mold* silinder yang berisi sampel semen pada *holder* silinder penyangga yang didudukan pada *bearing block hydraulic* bagian bawah. Posisi sampel harus berdiri vertikal.

4. Mendudukan batang pendorong pada permukaan sampel semen dan menurunkan posisi *bearing block hydraulic* bagian atas dengan memutar tangkai pengontrol spiral.
5. Jangan melakukan pengaturan pada kontrol testing motor selama pembebanan sampai terjadi pergeseran sampel semen dari *casing* sampel. Pada saat terjadi pergeseran merupakan harga pembebanan yang maksimum.
6. Mencatat harga pembebanan geser maksimum.



Gambar 3.10 Diagram pengujian penelitian

### 3.3.7. Pengujian *Initial Setting Time* dan *Final Setting Time*

1. Menyiapkan *Cemen Consistency Tester Vicat*, *stopwatch* dan mangkuk pada alat *Constant speed Mixer* dalam posisi mengaduk
2. Menempatkan bahan-bahan untuk satu “batch” kedalam mangkuk dengan cara sebagai berikut:
  - a. Membuat suspensi semen dengan komposisi yang telah ditentukan
  - b. Memasukan semen yang udah ditimbang kedalam air dan membiarkan menyerap selama tiga puluh detik.
3. Menjalankan *Constant speed Mixer* dengan kecepatan rendah selama tiga puluh detik setelah itu menjalankan dengan kecepatan sedang selama 1 menit
4. Mengambil pasta semen dari mangkuk sebelumnya oleskan *grease* ke cincin konis/ *ring mould*
5. Memasukan pasta semen kedalam cincin konis/*ring mould* dan direndam dalam *water bath* sesuai dengan temperatur
6. Letakkan pasta semen dalam cincin konis/*ring mould* dibawah alat vicat sebelumnya bagian bawah *ring mould* diletakkan kaca agar tidak tumpah
7. Melakukan percobaan alat *Cemen Consistency Tester Vicat* antara jarak jarum dengan dinding *ring mould* 1 cm, jika jarum sudah tertancap selama 10 menit sekali sehingga mendapatkan penurunan *Initial setting Time* (waktu pengikatan awal) pada nilai 25 mm atau kurang berarti sudah diperoleh *Initial setting Time*,catat waktu perolehan tersebut
8. Sedangkan *Final setting time* (waktu pengikatan akhir) adalah ketika jarum tidak nampak terbenam pada pasta.

SNI 15-7064-2004

Tabel 1 (lanjutan)

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
2.	Kekekalan bentuk dengan autoclave:		
	- pemuaian	%	maks. 0,80
	- penyusutan	%	maks. 0,20
3.	Waktu pengikatan dengan alat vicat:		
	- pengikatan awal	menit	min. 45
	- pengikatan akhir	menit	maks. 375

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, langkah awal yang dilakukan yaitu menjelaskan pembahasan mengenai pengujian *initial setting time* dan *final setting time* terhadap *fly ash* daun bambu petung. Adapun variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung yang digunakan untuk mengetahui pengaruh *fly ash* daun bambu petung terhadap pengujian *setting time* adalah 2,5%,5%, 7,5%, 10%,12,5% dan 15%. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada tinjauan pustaka halaman 15 dan perhitungan semen dasar dengan berbagai variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung pada lampiran I dan prosedur *setting time* sesuai Standar pengujian waktu ikat semen adalah *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needles* dan ASTM C 266-99. Untuk pengujian ini hanya mengetahui *Initial setting Time* (waktu pengikatan awal) dan *Final setting Time* (waktu ikat akhir) pada semen. Berikut hasil pengujian *vicat tes*:

#### 4.1. PENGUJIAN *INITIAL SETTING TIME* DAN *FINAL SETTING TIME*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Standar pengujian waktu ikat semen adalah *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needles* dan ASTM C 266-99 (Prasetyo & Lisantono, 2017).

Pengujian terhadap *fly ash* daun bambu petung dilakukan dengan variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung adalah 2.5%,5%, 7.5%, 10%,12.5% dan 15%. Dibawah ini adalah tabel variasi *initial setting time* (waktu pengikatan awal) dan *final setting time* (akhir pasta) pada *fly ash* daun bambu petung yang ada di daerah Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau.

**Tabel 4.1** Variasi *initial setting time* dan *final setting time*

<b>Benda Uji</b>	<b><i>Initial Setting Time</i> (waktu ikat awal) menit</b>	<b><i>Final Setting Time</i> (waktu ikat akhir) Menit</b>
PBLA = 0%	168	206
PBLA = 2,5%	180	225
PBLA = 5%	194	237
PBLA = 7,5%	211	241
PBLA = 10%	219	258
PBLA = 12,5%	226	263
PBLA = 15%	235	272

Pada tabel 4.1 menunjukkan nilai dari *initial time* dan *final time* dari beberapa variasi konsentrasi penambahan *fly ash* (PBLA) daun bambu petung. Hal ini dapat dilihat *fly ash* daun bambu pada konsentrasi 0% *fly ash* daun bambu untuk *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 168 menit dan 206 menit, penambahan 2.5% *fly ash* daun bambu pada *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 180 menit dan 225 menit, penambahan 5% *fly ash* daun bambu pada *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 194 menit dan 237 menit, penambahan 7.5% *fly ash* daun bambu petung pada *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 211 menit dan 241 menit, penambahan 10% *fly ash* daun bambu petung pada *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 219 menit dan 258 menit, dan penambahan 12.5% *fly ash* daun bambu pada *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 226 menit dan 263 menit dan penambahan 15% *fly ash* daun bambu pada *initial setting time* dan *final setting time* didapatkan 235 menit dan 272 menit.

Penambahan *fly ash* (PBLA) daun bambu petung pada konsentrasi 0% , 2.5%, 5%, menyebabkan waktu pengerasan belum dikategorikan *initial setting time* dan *final setting time* dikarenakan belum memenuhi kriteria pada melakukan pengujian *initial setting time* dan *final setting time* dengan maksimal dan maksimum pada tinjauan pustaka sesuai dengan standart dalam penentuan waktu pengikat semen Portland mengacu pada ASTM C 191-01a, *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needles* dan ASTM C 266-99, *Standrat Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Gillmore*

*Needles*. Pada penambahan konsentrasi *fly ash* (PBLA) daun bambu petung 7.5%, 10%, 12.5%, 15% bahwa waktu pengerasan memenuhi kriteria pada melakukan pengujian *initial setting time* dan *final setting time* dengan maksimal dan maksimum pada tinjauan pustaka sesuai dengan standart dalam penentuan waktu pengikat semen mengacu pada ASTM C 191-01a, *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needles* hal ini dari penambahan *fly ash* daun bambu petung lebih lambat disebabkan karena *fly ash* merupakan salah satu bahan *pozzolan*. Dalam penelitian sebelumnya dikatakan bahwa penambahan *fly ash* berpengaruh pada *initial setting time* dan *final setting time* karena *fly ash* mengandung *alumunia*, *silica*, dan *calcium* yang bersifat *pozzolan* (Anggraini et al., 2013). Waktu pengerasan yang sangat lambat dikarenakan kandungan CaO dalam *fly ash* juga sangat tinggi (Davidovits, 2008). Lamanya pengikatan sangat tergantung dari komposisi senyawa dalam semen dan suhu udara sekitarnya dan ada beberapa faktor dalam lambatnya pada *initial setting time* dan *final setting time* dari komposisi suspensi semen didalam pasta bisa disebabkan oleh bahan *additive* yang digunakan.

Dengan demikian hasil dari pengujian *initial setting time* dan *final setting time* yang dilakukan pada konsentrasi 7.5%, 10%, 12.5%, 15% didapatkan sesuai dengan standar minimal dan maksimum Jadi seluruh hasil penelitian cenderung menunjukkan adanya pengaruh penambahan *fly ash* daun bambu petung yang berpengaruh pada nilai waktu ikat awal (*initial setting time*) dan nilai waktu ikat akhir (*final setting time*) dan penambahan *fly ash* 7.5%, 10%, 12.5%, 15% yang sebagai *pozzolan* sudah dapat digunakan untuk membuat semen dengan kualitas yang baik dengan standart ASTM 191-01a.

#### **4.2. HASIL ANALISA PENGUJIAN *ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY* (EDS)**

*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS atau EDX atau EDAX) adalah salah satu teknik analisis untuk menganalisis unsur atau karakteristik kimia dari spesimen. Karakterisasi ini bergantung pada penelitian dari interaksi beberapa eksitasi sinar X dengan spesimen. Kemampuan untuk mengkarakterisasi sejalan

dengan sebagian besar prinsip dasar yang menyatakan bahwa setiap elemen memiliki struktur atom yang unik, dan merupakan ciri khas dari struktur atom suatu unsur, sehingga memungkinkan sinar-X untuk mengidentifikasinya.

Sebuah elektron dari luar kulit yang berenergi lebih tinggi kemudian mengisi lubang, dan perbedaan energi antara kulit yang berenergi lebih tinggi dengan kulit yang berenergi lebih rendah dapat dirilis dalam bentuk sinar-X. Jumlah dan energi dari sinar-X yang dipancarkan dari spesimen dapat diukur oleh spektrometer energi-dispersif. Energi dari sinar X yang dihasilkan merupakan karakteristik dari perbedaan energi antara dua kulit, dan juga karakteristik struktur atom dari unsur yang terpancar, sehingga memungkinkan komposisi unsur dari spesimen dapat diukur (Sanjaya, 2013).

*Energy dispersive X-ray spectroscopy* (EDS atau EDAX) adalah salah satu teknik yang bertujuan untuk mengidentifikasi persentase kandungan senyawa dalam sample. Hasil dari EDAX diperoleh dari pancaran sinar-X yang akan dideteksi oleh *Energy Dispersive Spectrometer* (EDS) dan akan menghasilkan grafik yang mewakili kandungan unsur (Ratih N, 2016)

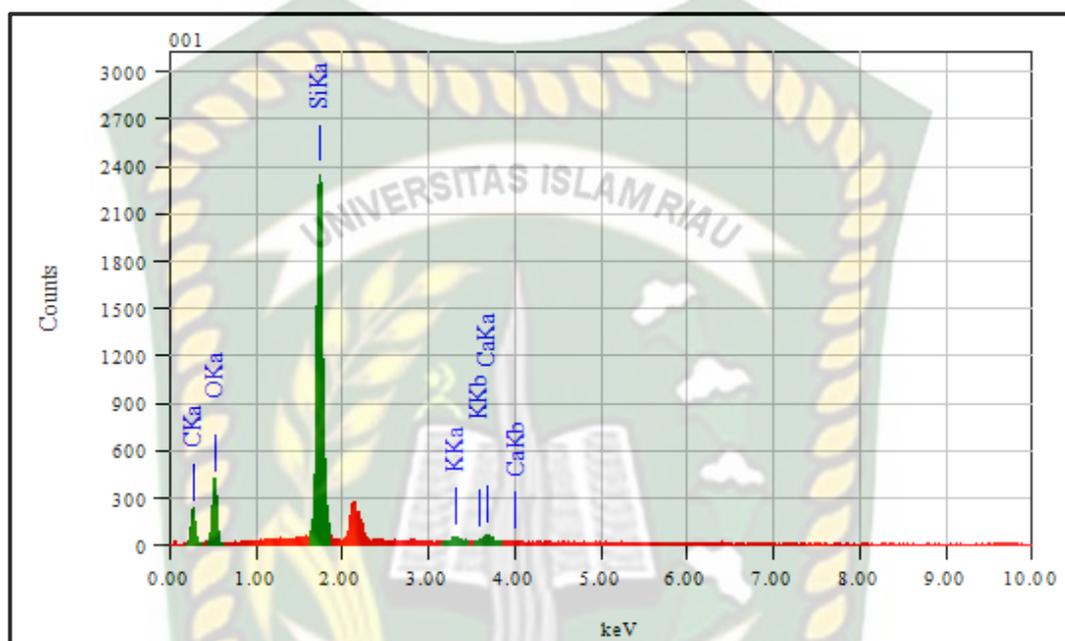
Pengujian EDS sample *fly ash* daun bambu petung diuji dengan menggunakan alat di laboratorium FMIPA ITB – Institut Teknologi Bandung pada tanggal 9 Agustus 2019. Hasil pengujian EDS pada *fly ash* daun bambu petung bisa dilihat table 4.2 pada komposisi unsur kimia yang terdapat pada *fly ash* daun bambu petung.

**Tabel 4.2** Komposisi Unsur Kimia *Fly Ash* Daun Bambu Petung

Element	Kandungan Unsur (%)
C	12.6646
O	28.7402
Si	54.5387
K	1.5305
Ca	2.5260

Pada tabel 4.2 menjelaskan hasil pengujian EDS *fly ash* daun bambu petung yang memiliki beberapa elemen unsur kimia yaitu C (Karbon), O (Oksigen), Si (Silika) K (Kalium) dan Ca (Kalsium). Hasil kandungan unsur pada

*fly ash* daun bambu petung yaitu 12.6646% C, O 28.74%, Si 54.5387%, K 1.5305%, Ca 2.5260%. Tinggi hasil dari kandungan unsur pada elemen O dan Si, dapat disimpulkan sample *fly ash* daun bambu petung memiliki Si yang cukup tinggi yaitu 54,5387%.



**Gambar 4.1** Grafik uji EDS *Fly Ash* pada Sampel Daun Bambu Petung

Pada gambar 4.1 Hasil pengujian EDS specimen *fly ash* daun bambu petung dengan karakteristik unsur yang terdapat diatas menunjukkan memprediksi hasil analisis dari struktur dan ketahanan oksidasi material paduan (Sujatno, Salam, Dimiyati, & Bandriyana, 2015).

Nilai dari parameter dari uji EDS memiliki nilai kristanilitas lebih tinggi. Puncak yang berdasarkan uji EDS memperlihatkan bahwa intensitas pada Si memiliki nilai yang tinggi dari elemen unsur lain nya ditemukan di empat sudut 1,8 keV. Dari perlakuan panas menyebabkan perubahan struktur Kristal amorf dan tahapan terjadi amorf yaitu dari mulai pencucian, pengeringan, pengabuan, pengarangan, dan pengasaman. disimpulkan dapat dilihat ada puncak tertinggi yang dapat melihat adanya kristal silika. Kristal silika juga dapat meningkat kuat tekan karena *fly ash* abu daun bambu bersifat *ponzzolanic*.

### 4.3. PENGUJIAN *COMPRESSIVE STENGTH*

*Compressive strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan tekanan-tekanan yang berasal dari formasi maupun dari casing. *Compressive strength* minimum yang diijinkan untuk sumur minyak sebesar 500 Psi (3,447 Mpa) (Prasetyo & Lisantono, 2017).

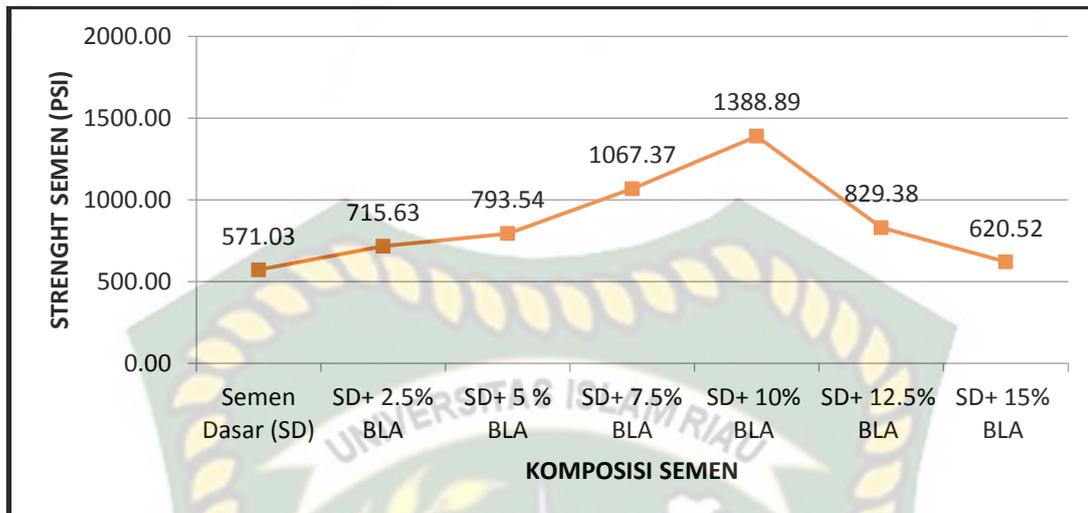
Pada langkah awal yang dilakukan yaitu menjelaskan pembahasan mengenai pengujian *compressive strength* terhadap *fly ash* daun bambu petung. Adapun variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung yang digunakan untuk mengetahui pengaruh *fly ash* daun bambu petung terhadap pengujian *compressive strength* adalah 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% dan 15%.

Pengujian *compressive strength* ini dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada tinjauan pustaka halaman 12 dan perhitungan semen dasar dengan berbagai variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung dapat dilihat pada lampiran I. Untuk perhitungan *compressive strength* di gunakan persamaan 1 dan 2 pada tinjauan pustaka, sedangkan untuk perhitungan *compressive strength* dapat dilihat pada lampiran II dan hasil yang di peroleh adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.3** Hasil Perhitungan nilai *compressive strength* Semen Dasar ditambah *fly ash* daun bambu petung

Komposisi Suspensi Semen	Nilai CS (psi)
Semen Dasar (SD)	571.03
SD + 2.5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	715.63
SD + 5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	793.54
SD + 7.5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	1067.37
SD + 10% <i>fly ash</i> daun bambu petung	1388.89
SD + 12.5 <i>fly ash</i> daun bambu petung	829.38
SD + 15% <i>fly ash</i> daun bambu petung	620.52

Pada table 4.3 menjelaskan dapat nya nilai dari *compressive strength* dari variasi *fly ash* daun bambu petung dari 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% dan 15%.



**Gambar 4.2** Nilai *Compressive Strength*

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa komposisi semen dasar tanpa campuran *fly ash* menunjukkan nilai *compressive strength* 571,03, kemudian dilakukan dengan penambahan variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung berpengaruh terhadap peningkatan nilai *compressive strenght*. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi 2.5% *fly ash* daun bambu petung di peroleh nilai *compressive strength* sebesar 71563 psi, penambah 5% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *compressive strength* sebesar 793.54 psi, penambahan 7.5% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *compressive strength* sebesar 1067.37 psi, penambahan 10% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *compressive strength* sebesar 1388.89 psi, penambahan 12.5% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *compressive strength* sebesar 829.38 psi, dan penambahan 15% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *compressive strength* sebesar 620.52 psi. Penambahan *fly ash* daun bambu petung pada konsentrasi 10% ,12.5% dan 15% menyebabkan terjadinya penurunan nilai *compressive strength* sehingga *fly ash* daun bambu petung dengan konsentrasi 10% merupakan konsentrasi yang menghasilkan nilai *compressive strength* optimum. disimpulkan bahwa semakin tinggi penambahan *fly ash* daun bambu maka semakin rendah kuat tekan yang diperoleh, kemudian dari hasil kuat tekan tersebut yang dihasilkan belum masuk dalam kriteria standart semen pemboran.

Fenomena yang terjadi pada semen dasar dan semen silika sebagai pembanding kelakuan dan kinerja dari semen mengembang yang digunakan terlihat bahwa semakin bertambah temperatur CS semen dasar semakin rendah dan berbeda dengan semen silika dimana semakin tinggi temperatur semakin tinggi besar harga CS, hal ini disebabkan oleh terbentuknya mineral  $\alpha$ -C<sub>2</sub>SH gel yang lebih padat sehingga mengakibatkan volume semen menyusut, maka terjadi perubahan pada semen dasar (lemah dan poros). Sedangkan adanya penambahan silika pada semen dasar memberikan kestabilan pada semen akibat terbentuknya mineral tubermorite pada kondisi temperatur tinggi sehingga memberikan strength yang tinggi dan permeabilitas yang rendah (Suhascaryo, Wibowo, & Suroyo, 2001).

Menurut Salain (2016) dengan adanya sifat *pozzolan* pada *fly ash* yang mengandung silika reaktif dapat berfungsi untuk mereduksi kapur bebas (Ca(OH)<sub>2</sub>). Hasil dari reaksi ini menghasilkan ikatan *calcium silica hydrate* (C – S – H) yang merupakan sifat semen. Dengan komposisi C – S – H yang tepat maka kekuatan semen akan meningkat (Safitri & Djumari, 2009). Jadi komposisi semen dengan penambahan sebanyak 10% merupakan jumlah yang optimum.

Terjadinya penurunan nilai *compressive strength fly ash* daun bambu petung pada konsentrasi di atas 10% disebabkan karena reaksi *pozzolan* yang tidak sempurna. Hal ini di sebabkan semakin tinggi penambahan konsentrasi *fly ash* daun bambu maka semakin sedikit jumlah semennya, sehingga jumlah trikalsium silikat (C<sub>3</sub>S) dan dikalsium silikat (C<sub>2</sub>S) yang merupakan senyawa yang bertanggung jawab terhadap kekuatan semen menurun dan daya ikatan tidak berjalan sempurna (Munir et al., 2015).

Kandungan silika yang berlebihan pada *fly ash* mempengaruhi silika bereaksi dengan zat kapur dan air pada semen. Sehingga pada saat pengeringan semen, dapat merusak ikatan semen (Siregar, n.d., 2012).

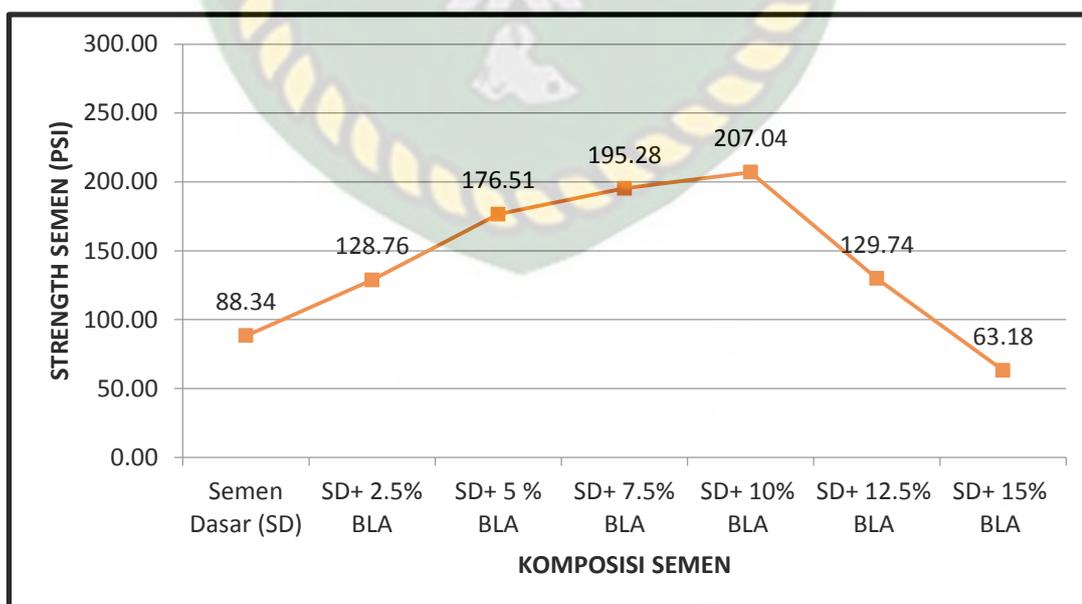
#### 4.4. PENGUJIAN *SHEAR BOND STRENGTH*

*Shear bond strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan berat *casing*. *Shear bond strength* minimum yang diizinkan untuk sumur minyak sebesar 100 Psi (0,689 Mpa) (Prasetyo & Lisantono, 2017).

Pada langkah selanjutnya dilakukan yaitu menjelaskan pembahasan mengenai pengujian *shear bond strength* terhadap *fly ash* daun bambu petung. Adapun variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung yang digunakan untuk mengetahui pengaruh *fly ash* daun bambu petung terhadap pengujian *shear bond strength* adalah 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% dan 15%.

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan nilai *shear bond strength* Semen Dasar ditambah *fly ash* daun bambu petung

Komposisi Suspensi Semen	Nilai SBS (psi)
Semen Dasar (SD)	88.34
SD + 2.5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	128.76
SD + 5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	176.51
SD + 7.5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	195.28
SD + 10% <i>fly ash</i> daun bambu petung	207.04
SD + 12.5% <i>fly ash</i> daun bambu petung	129.74
SD + 15% <i>fly ash</i> daun bambu petung	63.18



**Gambar 4.3** Nilai *Shear Bond Strength*

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa komposisi semen dasar tanpa campuran *fly ash* daun bambu petung menunjukkan nilai *shear bond strength* 88.34, kemudian dilakukan dengan penambahan variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung berpengaruh terhadap peningkatan nilai *shear bond strength*. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi 2.5% *fly ash* daun bambu petung di peroleh nilai *shear bond strength* sebesar 128.76 psi, penambahan 5% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *shear bond strength* sebesar 176.51 psi, penambahan 7.5% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *shear bond strength* sebesar 196.28 psi, penambahan 10% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *shear bond strength* sebesar 207.04 psi, penambahan 12.5% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *shear bond strength* sebesar 129.74 psi, dan penambahan 15% *fly ash* daun bambu petung menghasilkan nilai *shear bond strength* sebesar 63.18 psi. Penambahan *fly ash* daun bambu petung pada konsentrasi 12.5% dan 15% menyebabkan terjadinya penurunan nilai *shear bond strength* sehingga *fly ash* daun bambu petung dengan konsentrasi 10% merupakan konsentrasi yang menghasilkan nilai *shear bond strength* optimum.

Terjadinya peningkatan nilai *shear bond strength* pada *fly ash* daun bambu petung disebabkan karena *fly ash* merupakan salah satu bahan *pozzolan*. Menurut Salain (2016) dengan adanya sifat *pozzolan* pada *fly ash* yang mengandung silika reaktif dapat berfungsi untuk mereduksi kapur bebas ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Hasil dari reaksi ini menghasilkan ikatan *calcium silica hydrate* (C – S – H) yang merupakan sifat semen (Safitri & Djumari, 2009). Dengan komposisi C – S – H yang tepat maka kekuatan semen akan meningkat. Jadi komposisi semen dengan penambahan sebanyak 10% merupakan jumlah yang optimum.

Terjadinya penurunan nilai *compressive strength fly ash* daun bambu petung pada konsentrasi diatas 10% disebabkan karena reaksi *pozzolan* yang tidak sempurna. Hal ini di sebabkan semakin tinggi penambahan konsentrasi *fly ash* daun bambu petung maka semakin sedikit jumlah semennya, sehingga jumlah trikalsium silikat ( $\text{C}_3\text{S}$ ) dan dikalsium silikat ( $\text{C}_2\text{S}$ ) yang merupakan senyawa yang bertanggung jawab terhadap kekuatan semen menurun dan daya ikatan tidak berjalan sempurna (Munir et al., 2015). Menurut (Safitri & Djumari, 2009)

Penambahan *fly ash* daun bambu petung yang banyak akan mengakibatkan banyaknya unsur silika yang tidak dapat bereaksi dengan kalsium. Sehingga ikatan C – S – H yang tidak sempurna mengakibatkan rendahnya nilai kekuatan semen.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian ini pengujian *initial setting time* dan *final setting time* menggunakan alat vicat terhadap variasi penambahan konsentrasi *fly ash* daun bambu petung diperoleh *initial setting time* dengan penambahan konsentrasi PBLA 10% lebih mendekati standar initial time dan untuk nilai pada *final time* pada konsentrasi PBLA 10% juga mendekati nilai maksimal *final time*.
2. Penambahan variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung pada campuran semen sampai 10% terjadi kenaikan nilai *compressive strength* dan *shear bond strength*. Nilai tertinggi penambahan variasi konsentrasi *fly ash* daun bambu petung pada 10%. Sedangkan pada konsentrasi *fly ash* daun bambu petung 12.5% - 15% terjadi penurunan nilai *compressive strength* dan *shear bond strength*.
3. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan nilai *compressive strength* optimum yang diperoleh pada variasi konsentrasi 10% sebesar 1388.89 Psi. Nilai *shear bond strength* optimum yang diperoleh juga pada variasi konsentrasi 10% sebesar 129.74 Psi.

#### 5.2. SARAN

Diharapkan kepada peneliti selanjutnya agar dapat melakukan penelitian dengan menggunakan *fly ash* daun bambu petung untuk pengabuan arang bambu dipanaskan dalam *furnace* dengan suhu 600 - 1000 °C agar mendapatkan silika dengan kemurnian yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- 2013, W. A. (n.d.). *Pengaruh Varian Distribusi Zeolit Terhadap Abu Terbang pada Kuat Tekan Benda Uji Geopolymer dengan Kondisi 12 Molar , 14 Molar dan W / S 0 , 30 Bagus Radham Hidayat Program Studi S1 Teknik Sipil , Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya Arie Wardhono.* 1–9.
- 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>
- Abdurrahman, M., & Permadi, A. K. (2016). Jurnal Teknologi Minyak dan Gas Bumi. *Teknologi Minyak Dan Gas Bumi*, 12(2).
- Agustini, D. (2015). *Sintesis Keramik Silika Daun Bambu Dengan Metode Sol-Gel Dan Karakterisasi Pada Suhu Kalsinasi 800-1000 ° C.* 03(01), 17–23.
- Anggraini, R., Nurlina, S., Sipil, J., Teknik, F., & Brawijaya, U. (2013). *Pengaruh Variasi Penambahan Bottom Ash Dalam Pasta Semen.* 7(1), 66–73.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004 Semen Portland. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–128.
- Badu, K. (2008). *Hanbook of Advanced Drilling.* Cepu.
- Balikpapan, P. N. (2016). *Innovation of High Strength Green Concrete Competition 2016.*
- Bayuaji, R., Kurniawan, R. W., Yasin, A. K., Fatoni, H. A. T., & Lutfi, F. M. A. (2017). Material Inovatif Ramah Lingkungan: Pemanfaatan Komposit Abu Serabut Kelapa dan Fly Ash pada Pasta Semen. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 13(1), 15. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v13i1.1590>
- Benyounes, K., & Benmounah, A. (2014). Effect of Bentonite on the Rheological

- Behavior of Cement Grout in Presence of Superplasticizer. *International Journal of Civil, Architectural, Structural and Construction Engineering*, 8(11), 1140–1143.
- 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.
- F, U. N., S, E. E., & C, E. C. (2015). *Journal of Sustainable Development Studies Investigation of the Effect of Bamboo Leaf Ash Blended Cement on Engineering Properties of Lateritic Blocks*. 8(1), 193–208.
- Fajarwati1, Z. M., Chrismara, R., 2, Aris, dan A., & 3. (n.d.). *SEDIAAN VITAMIN C LEPAS LAMBAT DENGAN PEMANFAATAN MATERIAL NANOSILIKA DAUN BAMBU* (. 165–174.
- Haryanti, N. H. (2014). Uji Abu Terbang PLTU Asam Asam Sebagai Bahan Pembuatan Bata Ringan. *Jurnal Fisika FLUX*, 11(2), 114–124.
- Ismanti, S., & Yasufuku, N. (2017). Effect of Bamboo Leaf Ash Addition In Cemented Bamboo Chips-Sand Soil Mixtur. *Lowland Technology International*, 19(1), 13–26.
- Kushartomo, W., & Tandio, K. (2013). Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Sifat Mekanis Reaktif Powder Concrete. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 10*, 24–25.
- Munir, A., Abdullah, Huzaim, Sofyan, Irfandi, & Safwan. (2015). Utilization of Palm Oil Fuel Ash (POFA) In Producing Lightweight Foamed Concrete For Non-Structural Building Material. *Procedia Engineering*, 125(February 2016), 739–746. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.119>
- 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.

Nurmala, I. (2010). *Aktivator Terhadap Setting Time Fly Ash Based*.

Prasetyo, A. M. A., & Lisantono, A. (2017). Compressive and Shear Bond Strength of Oil Well Cement With Calcium Carbonate and Silica Fume. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(4), 255. <https://doi.org/10.24002/jts.v13i4.933>

Priyanto, A., Ilmu, F., Dan, T., Islam, U., & Walisongo, N. (2015). *SINTESIS DAN APLIKASI SILIKA DARI ABU DAUN BAMBU PETUNG ( Dendrocalamus asper ( Schult . f .) Backer ex Heyne ) UNTUK MENGURANGI KADAR AMMONIUM DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR TAHU*.

Putro, D. S., & Murningsih, J. (2014). Keanekaragaman Jenis dan Pemanfaatan Bambu di Desa Lopait Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*, 3(2), 71–79.

Ridho, F., & Khoeri, H. (2015). Perbandingan Mutu Beton Hasil UPVT Metode Indirect Terhadap Mutu Beton Hasil Hammer Test dan Core Drill. *Jurnal Konstruksia*, 6(2), 25–39.

Roskos, C., Cross, D., Berry, M., & Stephens, J. (2011). Identification and Verification of Self-Cementing Fly Ash Binders for “ Green ” Concrete. *World of Coal Ash Conference*.

Rubiandini, R. (2002). *Buku Teknik Pemboran*. Badung: ITB.

Safitri, E., & Djumari. (2009). Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly ash) pada produksi Paving Block. *Media Teknik Sipil*, IX, 36–40.

Salain, I. M. A. K. (2016). *Penggunaan Akselerator pada Beton yang Menggunakan Perekat Berupa Campuran Semen Portland Tipe I dan Abu*

*Terbang*. (July).

- Samura, L., Ainurridha, K. A., & Zabidi, L. (2017). Pengujian Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retader. *Petro*, 6(2), 49–54. <https://doi.org/10.25105/petro.v6i2.3103>
- Sanjaya. (2013). Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian: Mikrografi Dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin Undip*, 1(4), 33–39.
- Setiawati, M. (2018). Karakteristik Unsur Pada Abu Dasar dan Abu Terbang Batu Bara Menggunakan Analisis Aktivasi Neutron Instrumental. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.17146/JSTNI.2010.11.1.586>
- Siregar, E. (n.d.). *Studi Laboratorium : Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi dan Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Light Weight Additive Untuk Meningkatkan Strength Semen Pemboran Program Studi Teknik Perminyakan , Fakultas Teknik , Universitas Islam Riau*. (1).
- Smith, D. K. (1990). *Cementing*. Richardson, Texas: SPE Monograph Series.
- Suhascaryo, I. N., Wibowo, I. E., & Suroyo, I. B. (2001). Kinerja Expanding Addtive Baru Untuk Meningkatkan Shear Bond Strength ( Sb ) Semen Pada Kondisi HTHP. *Proceeding Simposium Nasional Iatmi 2001*, 18, 3–5.
- Sujatno, A., Salam, R., Dimiyati, A., & Bandriyana. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy(SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(November), 44–50.
- Tangu, G. F., Santoso, G. T., & Hardjito, D. (2010). *Efek Material Pengisi Kalsium Karbonat Dan Waste Marble Dust Terhadap Sifat Mekanik Mortar*. 133–140.

- Temitope, K. J., Kolapo, O., Ac, O., & Olugbenga, A. (2015). Strength of Bamboo Leaf Ash and Pulverized Burnt Clay Waste Blended Cement Concrete. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering Ver. II, 12(6)*, 36–42. <https://doi.org/10.9790/1684-12623642>
- 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)*.
- Usman. (2018). *Potensi Limbah Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Bahan Substitusi Dan Bahan Pengisi (Filler) Pada Pembuatan Beton*.
- Varma, M. B., & Gadling, P. (2016). Additive to Cement – A Pozzolanic Material-Fly Ash. *International Journal of Engineering Research, 6890(5)*, 558–564. <https://doi.org/10.17950/ijer/v5i3/010>
- 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>
- Zomorrodian, A., Vipulanandan, C., & Richardson, D. (2013). Bentonite Contamination on the Fluid Loss in a Oil Well Cement. *CIGMAT-2013 Conference & Exhibition, 5–6*. <https://doi.org/10.2118/68674-ms>