

**PENGARUH *ADDITIVE CARBON* BATANG JAGUNG
TERHADAP *COMPRESSIVE STRENGTH* DAN *SHEAR
BOND STRENGTH* PADA SEMEN PEMBORAN
KELAS G BERDASARKAN VARIASI KOSENTRASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH :

ALMI TRIYANDI

143210205



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Almi Triyandi

NPM : 143210205

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Pengaruh *Additive Carbon* Batang Jagung Terhadap *Compressive Strength* Dan *Shear Bond Strength* Pada Semen Pemboran Kelas G Berdasarkan Variasi Konsentrasi

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 : Hj. Fitrianti, ST., MT (.....)

Pembimbing II : Richa Melysa, ST., MT (.....)

Penguji : Idham Khalid, ST., MT (.....)

Penguji : Novia Rita, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 28 Agustus 2019

Disahkan Oleh:

DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN



H. H. ABD. KUDUS ZAINI, MT., MS., TR



Dr. Eng MUSLIM, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika ditemukan unsur penipuan dalam penulisan tugas akhir ini.



Pekanbaru, 28 Agustus 2019



Almi Triyandi
NPM.143210205

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 Hj. Fitrianti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan ibu Richa Melysa S.T., M.T selaku dosen pembimbing 2, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Ali Musnal, M.T. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Ketua prodi bapak Dr. Eng. Muslim, MT dan sekretaris prodi ibu Novrianti, ST, MT serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Kepala laboratorium pemboran bapak Idham Khalid, ST. MT instruktur dan laboran laboratorium pemboran Teknik Perminyakan yang telah membantu penelitian ini.
5. Orang tua yakni Mama Suryani dan Ayah Amlidi serta abang, kakak, adik dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan penuh akan material maupun moral yang hingga saat ini mampu memberikan semangat untuk setiap langkah yang saya ambil.
6. Sahabat serta rekan seperjuangan yang membantu saya tanpa kenal waktu tanpa kenal lelah. Muhammad Husein, Rendi Septian, Arif Ramadani, Riska Putri Ramadani, Rita Susanti.

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, 28 Agustus 2019

Almi Triyandi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metode Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Batang Jagung	5
2.2 <i>Carbon</i> Batang Jagung	6
2.3 <i>Additive</i>	7
2.4 <i>Compressive Strength</i> Dan <i>Shear Bond Strength</i>	9
2.5 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian	12
3.2 Jenis Data.....	12
3.3 Bahan Dan Peralatan	12
3.3.1 Bahan.....	12
3.3.2 Peralatan.....	14

3.4	Perhitungan Pembuatan Suspensi Semen	18
3.5	Prosedur Penelitian	19
3.5.1	Pembuatan <i>Carbon</i> Batang Jagung	19
3.5.2	Pembuatan Suspensi Semen.....	20
3.5.3	Pengujian <i>Compressive Strength</i> Dan <i>Sear Bond Strength</i> .	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Hasil Pengujian <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (EDS)	22
4.2	Pengujian <i>Compressive Strength</i>	23
4.3	Pengujian <i>Shear Bond Strength</i>	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		28
5.1	Kesimpulan.....	28
5.2	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA		29
LAMPIRAN I		33
LAMPIRAN II.....		40
LAMPIRAN III		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Tugas Akhir.....	4
Gambar 3.1	Timbangan Digital.....	14
Gambar 3.2	<i>Constant Speed Mixer</i>	14
Gambar 3.3	<i>Water Bath Temperatur Controller</i>	15
Gambar 3.4	Cetakan Sampel.....	15
Gambar 3.5	<i>Hydraulic Pressure</i>	16
Gambar 3.6	Cawan.....	16
Gambar 3.7	Gelas Ukur.....	17
Gambar 3.8	<i>Stopwatch</i>	17
Gambar 3.9	Pipet Tetes.....	18
Gambar 3.10	<i>Sieve Analysis</i>	18
Gambar 3.11	<i>Carbon Batang Jagung</i>	19
Gambar 4.1	Nilai <i>Compressive Strength</i>	24
Gambar 4.2	Nilai <i>Shear Bond Strength</i>	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan h/d Terhadap Koefisien Faktor.....	10
Tabel 4.1	Komposisi Unsur Kimia Batang Jagung	23
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan nilai <i>compressive strength</i> Semen Dasar ditambah <i>fly ash</i> kelapa sawit.....	23
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan nilai <i>shear bond strength</i> Semen Dasar ditambah <i>fly ash</i> kelapa sawit.....	25



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I** Pembuatan Suspensi Semen
LAMPIRAN II Perhitungan *Compressive Strength*
LAMPIRAN III Perhitungan *Shear Bond Strength* Dan Hasil Uji Sampel Menggunakan EDS



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American petroleum institute</i>
ASTM	<i>American Standard Testing And Material</i>
BWOC	<i>By Weight Of Cement</i>
CS	<i>Compressive Stength</i>
CBJ	<i>Carbon Batang Jagung</i>
EDS	<i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</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>
WOC	<i>Waiting On Cement</i>



DAFTAR SIMBOL

A1	Luas Permukaan <i>Bearing Block</i> , Inchi ²
A2	Luas Permukaan Sampel, Inchi ²
C	<i>Carbon</i>
Cl	Klor
D	Diameter Dalam Cetakan Sampel, Inchi
H	Tinggi Sampel Semen, Inchi
K	Koefisien Faktor
k	Skala Kenaikan Pada <i>Hydraulic Press</i>
Mg	Magnesium
O	Oksigen
P	Pembebanan Maksimum, Psi
Si	Silikon



**PENGARUH *ADDITIVE CARBON* BATANG JAGUNG
TERHADAP *COMPRESSIVE STRENGTH* DAN *SHEAR BOND
STRENGTH* PADA SEMEN PEMBORAN KELAS G
BERDASARKAN VARIASI KONSENTRASI**

**ALMI TRIYANDI
143210205**

ABSTRAK

Proses penyemenan sangat penting dalam operasi pemboran minyak dan gas bumi, kualitas semen yang dibutuhkan dalam operasi penyemenan harus kuat dan kokoh agar *casing* tidak runtuh akibat tekanan dari dinding formasi. Baik atau tidaknya kualitas ikatan semen dapat ditentukan dari nilai *compressive strength* dan *shear bond strength* suatu semen. Terdapat beberapa jenis inovasi *additive* dalam semen pemboran yang diharapkan dapat mengoptimalkan nilai kekuatan semen, salah satunya adalah *carbon* batang jagung. *Carbon* memiliki dua bentuk kristalin, bentuk dari kristalin salah satunya intan, dimana intan merupakan mineral yang paling keras dan paling baik. Pengujian ini dilakukan untuk memanfaatkan *carbon* batang jagung menjadi *additive* dan diharapkan dapat meningkatkan dan mengetahui pengaruhnya terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength* pada semen pemboran kelas G.

Untuk mengetahui pengaruh penambahan *additive carbon* batang jagung, dilakukan pengujian dengan konsentrasi sebesar 0%, 1%, 2,5%, 3%, dan 3,5% *By Weight Of Cement* (BWOC) serta proses pendiaman selama 24 jam di *water bath*. Pembuatan suspensi semen dilakukan dengan mencampurkan air, *polypropylene*, dan *carbon* batang jagung menggunakan *mixer*, setelah dicampur menggunakan *mixer* kemudian dituangkan ke dalam cetakan, setelah itu didiamkan dalam *water bath*, kemudian dilakukan pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* dengan menggunakan alat *hydraulic press*.

Berdasarkan pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* dengan *additive carbon* batang jagung pada semen kelas G, hasil maksimum yang diperoleh yaitu pada konsentrasi 3%. Dimana *compressive strength* yang diperoleh sebesar 1467,148 Psi dan untuk *shear bond strength* yang diperoleh sebesar 275,49 Psi.

Kata kunci: *Compressive Strength*, *Shear Bond Strength*, Batang Jagung, *Carbon*, Semen Kelas G.

**THE EFFECT OF CORN RIBBON ADDITIVE CARBON TO
COMPRESSIVE STRENGTH AND SHEAR BOND STRENGTH
IN CEMENT OF CLASS G DRILLING BASED ON
CONCENTRATION VARIATION**

**ALMI TRIYANDI
143210205**

ABSTRACT

The cementing process is very important in oil and gas drilling operations, the quality of cement needed in cementing operations must be strong and sturdy so that the casing does not collapse due to pressure from the formation wall. Whether or not the quality of the cement bond can be determined by the value of compressed strength and shear bond strength of a cement. There are several types of additive innovations in drilling cement which are expected to optimize the strength of cement, one of which is carbon corn stalks. Carbon has 2 crystalline forms, one of which is crystalline, one of which is diamond where diamond is the hardest and best mineral. This test is conducted to utilize carbon stem corn to be an additive and is expected to increase and determine its effect on compressive strength and shear bond strength in class G drilling cement.

To determine the effect of adding carbon corn additives, a concentration of 0%, 1%, 2.5%, 3%, and 3.5% was carried out by weight of cement (BWOC) and a 24-hour residence process in a water bath. Making cement suspension is done by mixing water, polypropylene, and carbon corn stalk using a mixer, after mixing with the mixer then soaking it in water bath, then testing compressive strength and shear bond strength using hydraulic pressure tools.

Based on testing of compressive strength and shear bond strength with additive carbon corn stalks on class G cement, the maximum yield obtained was at a concentration of 3%. Where the compressive strength obtained is 1467.148 Psi and for the shear bond strength obtained is 275.49 Psi.

Keywords: Compressive Strength, Shear Bond Strength, Corn Stem, Carbon, Class G Cement.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyemenan merupakan salah satu proses yang sangat penting dalam operasi pemboran migas. Keberhasilan operasi penyemenan dapat mengurangi jumlah pekerjaan *workover* dan memperpanjang *lifetime* sumur migas. Kegagalan dalam operasi penyemenan akan berakibat buruk dalam tahap produksi sehingga kualitas ikatan semen perlu diperhatikan. Kualitas semen yang dibutuhkan dalam operasi penyemenan harus kuat dan kokoh agar *casing* tidak *collapse* dan runtuh akibat tekanan dari dinding formasi. Baik atau tidaknya kualitas ikatan semen dapat ditentukan dari nilai *compressive strength* dan *shear bond strength* suatu semen (Novrianti, 2016). *Compressive strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan tekanan yang berasal dari formasi dan casing atau menahan tekanan pada arah horizontal sedangkan *shear bond strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan berat casing atau menahan tekanan pada arah vertical (Rubiandini, 2010b).

Untuk meningkatkan kekuatan (*strength*) semen pemboran dilakukan penambahan 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, Zabidi, & Ainurridha, 2017). *Compressive strength* minimum direkomendasikan oleh API untuk dapat melanjutkan operasi pemboran adalah 500 psi sedangkan *shear bond strength* lebih dari 100 psi (American Petroleum Institute, 2002). Apabila *compressive strength* ditingkatkan maka *shear bond strength* semen akan meningkat juga, karna nilai *compressive strength* dan *shear bond strength* berbanding lurus. Salah satu alternative *additive* yang dapat ditambahkan dan berasal dari limbah adalah *carbon* batang jagung.

Jagung merupakan komponen terpenting pakan pabrikan di dunia, terutama di daerah tropis. Di Indonesia, sekitar 51% komponen pakan pabrikan (terutama pakan komplet) adalah jagung (Swastika, Agustian, & Sudaryanto, 2011). Penelitian ini memanfaatkan jagung dikarenakan jagung sebagai limbah, dari setiap panen jagung diperkirakan jagung (rendemen) yang dihasilkan sekitar 65%, sementara 35% dalam bentuk limbah berupa batang, daun, kulit, dan tongkol jagung (Isa, Lukman, & Irfan, 2012). Dari penjelasan tersebut bisa dilihat bahwa limbah dari tanaman jagung cukup besar dan besarnya limbah dari batang jagung bisa digunakan sebagai penelitian *carbon* untuk meningkatkan kekuatan (*strength*) semen pemboran.

Carbon merupakan unsur padat yang tegar, yang biasanya dianggap sebagai molekul-molekul raksasa yang terdiri dari banyak sekali atom. Dibandingkan golongan IV A yang lain seperti boron dan silikon yang hanya memiliki 1 bentuk kristalin, sedangkan *carbon* terdapat dalam 2 bentuk kristalin yang jelas sekali. Unsur ini dapat diperoleh dalam 1 atau lebih modifikasi amorf. Bentuk amorf dari *carbon* adalah arang, kokas, dan bubuk *carbon*. Bentuk kristalin dari *carbon* terkenal karena perbedaan fisiknya. Yang satu, grafit, merupakan zat hitam berupa bubuk kering. Yang lainnya intan, merupakan zat tidak berwarna, dimana intan merupakan mineral yang paling keras dan paling baik (Kristianing, 2007).

Untuk mendapatkan kandungan *carbon* dilakukan dengan cara proses pembakaran. Kandungan *carbon* batang lebih tinggi untuk semua jenis komoditas tanaman pertanian, kandungan *carbon* batang yang tertinggi adalah 45,96% untuk jagung (*Zea mays*) (Rahajoe, Alhamd, Sundari, & Handayani, 2016). Dengan menambahkan sedikit hasil pembakaran serbuk batang jagung, partikel-partikel hasil pembakaran serbuk batang jagung akan mulai mengisi ruang kosong pada semen. Karena pada semen terdapat ruang kosong (porositas). *Carbon* yang terkandung di dalam batang jagung diharapkan dapat meningkatkan kekuatan (*strength*) semen pemboran dan tetap tidak mengurangi mutu semen.

Pada penelitian ini, peneliti akan meneliti bagaimana pengaruh penambahan *carbon* batang jagung terhadap peningkatkan *compressive strength* dan *shear bond strength* semen pemboran kelas G. Penelitian ini juga dilakukan untuk

mengetahui jumlah komposisi *carbon* batang jagung yang perlu ditambahkan untuk memperoleh *strength* yang optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan *carbon* batang jagung terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength* pada semen pemboran kelas G.
2. Menentukan *compressive strength* dan *shear bond strength* yang optimal pada semen pemboran kelas G berdasarkan variasi konsentrasi *carbon* batang jagung.

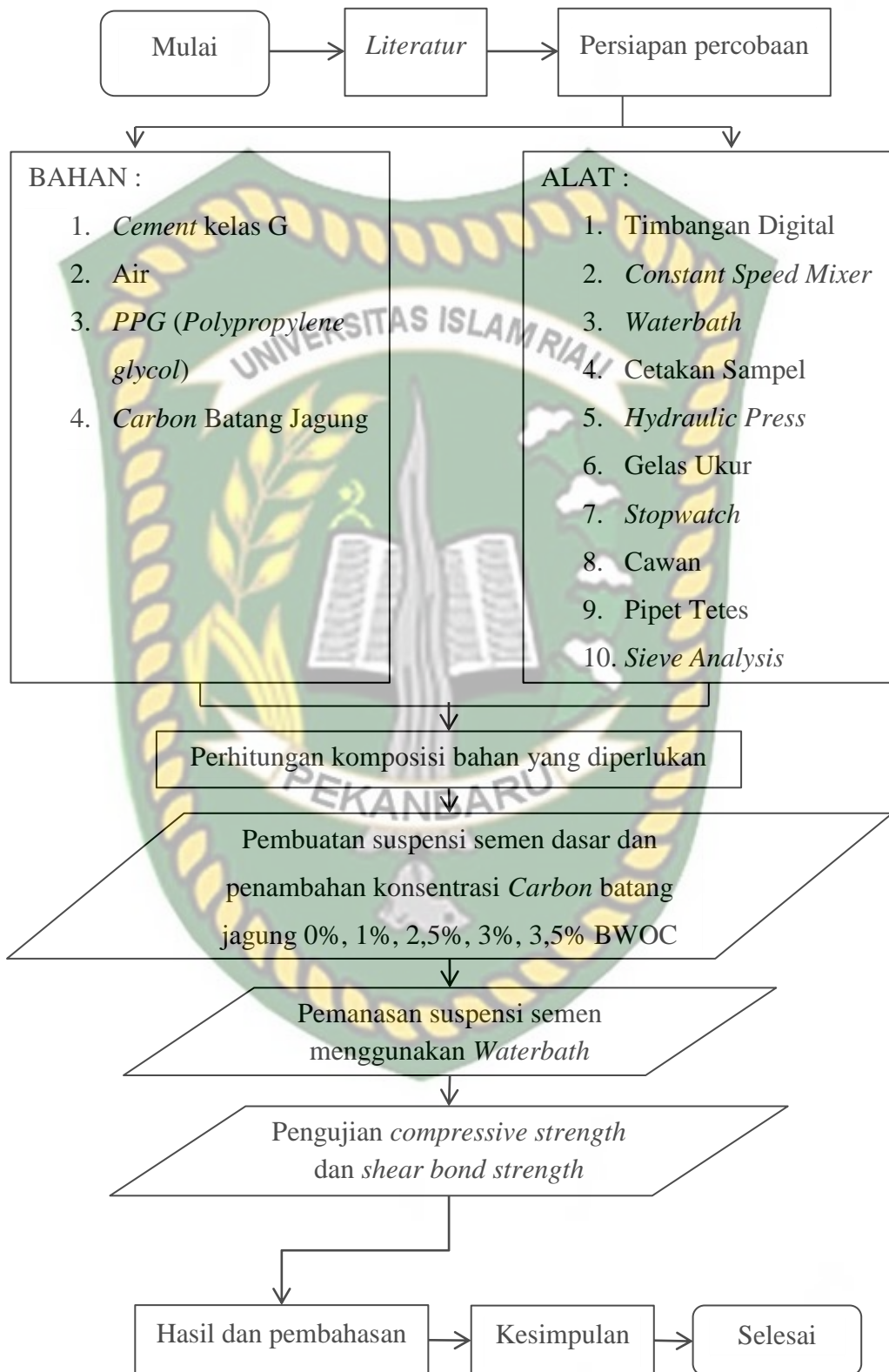
1.3 Batasan Masalah

Agar hasil penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang dimaksud, maka dalam penelitian ini hanya membatasi mengenai pengaruh *carbon* batang jagung terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength* semen pemboran kelas G.

1.4 Metode Penelitian

Adapun metodologi dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Lokasi : Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.
2. Metode penelitian : *Experiment Research*.
3. 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.



Gambar 1.1 Flow Chart Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang bertujuan untuk eksplorasi sumber daya alam. Sebagaimana “Dari Aisyah, semoga Allah Swt meredhoinya, telah berkata Rasulullah Saw: Carilah rezki oleh kalian yang tersembunyi didalam tanah” (HR. Thabrani).

Dari hadist diatas dapat dipahami bahwa Allah Swt memerintahkan kepada umat manusia untuk mengolah dan menggali kekayaan atau potensi yang terpendam dalam bumi diantaranya, minyak bumi, gas, air dan lain sebagainya untuk dapat dimanfaatkan dalam kesejahteraan hidup umat manusia.

2.1 Batang Jagung

Jagung merupakan komponen terpenting pakan pabrikan di dunia, terutama di daerah tropis. Di Indonesia, sekitar 51% komponen pakan pabrikan (terutama pakan komplit) adalah jagung (Swastika et al., 2011). Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan (Ilato & Bahua, 2013). Jagung (*Zea mays L*) merupakan tanaman semusim (annual). Jagung adalah salah satu tanaman pangan penghasil karbohidat yang penting di dunia, selain gandum dan padi (Chafid, 2015; Hanum, 2008). Kandungan karbohidrat jagung 73-75% lebih tinggi dibandingkan dengan gandum dan millet yang hanya 64% dan beras 76,2% (Yasin, Sumarno, & Nur, 2014).

Tanaman jagung mempunyai batang yang tidak bercabang, berbentuk silindris, dan terdiri atas sejumlah ruas dan buku ruas (Subekti, Efendi, & Sunarti, 2007). Tanaman jagung mempunyai bahan kering berkisar 39,8%, hemiselulosa 6,0%, lignin 12,8%, silika 20,4% (Ernita, Yetti, & Ardian, 2017). Limbah jagung dari batang berkisar antara 55,4-62,3% dari daun 22,6-27,4%, dan dari klobot antara 11,9-16,4% (Tangendjaja & Wina, 2006). Kandungan *carbon* batang lebih tinggi bila dibandingkan dengan *carbon* daun untuk semua jenis komoditas tanaman pertanian. Kandungan *carbon* batang yang tertinggi adalah 45,96% untuk jagung (*Zea mays L*), dibanding komoditas lainnya (Rahajoe et al., 2016).

2.2 Carbon Batang Jagung

Carbon merupakan salah satu jenis material yang cukup potensial penggunaannya dalam bidang rekayasa dan konstruksi. Material *carbon* memiliki beberapa jenis allotrop (bentuk material *carbon* yang berbeda struktur ikatan kimianya) (Rampe, 2015). Sifat *carbon* sangat bergantung pada bahan baku asal material *carbon* tersebut diperoleh, disamping metode dan kondisi produksi. Sifat material *carbon* sangat penting dalam berbagai penggunaan, terutama sebagai adsorben, pengemban katalis, saringan molekul (*molecular sieves*), bahan elektroda dan sebagainya (Anirudhan, Sreekumari, & Bringle, 2009).

Carbon merupakan unsur padat yang tegar, yang biasanya dianggap sebagai molekul-molekul raksasa yang terdiri dari banyak sekali atom. Dibandingkan golongan IV A yang lain seperti boron dan silikon yang hanya memiliki 1 bentuk kristalin, sedangkan *carbon* terdapat dalam 2 bentuk kristalin yang jelas sekali. Unsur ini dapat diperoleh dalam 1 atau lebih modifikasi amorf. Bentuk amorf dari *carbon* adalah arang, kokas, dan bubuk *carbon*. Bentuk kristalin dari *carbon* terkenal karena perbedaan fisiknya. Yang satu, grafit, merupakan zat hitam berupa bubuk kering. Yang lainnya intan, merupakan zat tidak berwarna, dimana intan merupakan mineral yang paling keras dan paling baik (Kristianing, 2007).

Untuk mendapatkan kandungan *carbon* pada batang jagung, bisa dilakukan dengan cara karbonisasi, yaitu proses pembakaran tak sempurna dari bahan dasar yang digunakan. Biasanya karbonisasi akan bereaksi pada suhu 200-800°C. Jika suhunya lebih rendah dari batas minimal maka pembentukan arang dibatasi atau proses karbonisasi tidak maksimal, sedangkan bila suhunya lebih tinggi dari batas maksimal maka akan terjadi perubahan bentuk internal, dimana struktur porous akhir mungkin berlanjut menjadi kristal. Tujuan utama proses karbonisasi adalah memaksa hilangnya sebagian bahan pengotor, mengembangkan bahan baku adsorben, menghilangkan substansi volatile yang mengisi pori-pori material dan menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang baik (Faradilla, Yulinawati, & Suswantoro, 2016). Karbonisasi optimum dan arang dengan kualitas terbaik didapatkan pada suhu 350°C (Hasna & Sutapa, 2016; Labanni, Zakir, & Maming, 2013).

Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas *carbon* dan berwarna hitam. Arang sendiri merupakan suatu bahan padat berpori (Harahap et al., 2014; Jamilatun, 2015). Sifat kimia arang terdiri dari unsur C, H, O dan komponen organis (mineral) (Hanafi, Chairina, & Dewi, 2018). Dengan menambahkan sedikit hasil pembakaran serbuk batang jagung, partikel-partikel hasil pembakaran serbuk batang jagung akan mulai mengisi ruang kosong pada semen. Karena pada semen terdapat ruang kosong (porositas) (Dahlan & Mulyati, 2011).

2.3 Additive

Additive atau zat-zat tambahan adalah material-material yang ditambahkan pada semen untuk memberikan variasi yang lebih luas pada sifat-sifat bubuk semen agar memenuhi persyaratan yang diinginkan. Zat *additive* yang digunakan berbentuk bubuk yang dicampur dengan bubuk semen sebelum diaduk dengan air. Kuantitatifnya dalam bubuk semen dinyatakan dalam persen berat bubuk semen atau % BWOC (*By Weight Of Cement*) (Samura et al., 2017).

Adapun fungsi *additive* adalah sebagai berikut (Agam, Satyawira, & Listiana, 2015).

1. Accelerator

Accelerator adalah aditif yang dapat mempercepat proses pengerasan suspensi semen, mengurangi waktu WOC dan dapat juga mempercepat naiknya *strength* semen serta mengimbangi *additive* yang lain agar tidak tertunda proses pengerasannya. Penggunaan *accelerator* seringkali digunakan pada sumur dangkal karena temperatur dan tekanannya rendah serta jarak untuk mencapai target tidak terlalu panjang.

2. Retarder

Retarder adalah *additive* yang dapat memperlambat proses pengerasan suspensi semen, sehingga suspensi semen mempunyai waktu untuk mencapai kedalaman yang diinginkan. *Retarder* paling sering digunakan dalam penyemenan casing pada sumur yang bertemperatur tinggi atau mempunyai kolom penyemenan yang panjang.

3. Extender

Extender adalah *additive* yang berfungsi untuk menaikkan volume suspensi semen, yang berhubungan dengan mengurangi densitas suspensi semen tersebut, biasanya diikuti dengan penambahan air. *Extender* dapat terdiri dari bentonite, attapulgite, sodium silikat, pozzolan, perlite dan gilsonite.

4. *Weight Agent*

Weight Agent adalah *additive* yang berfungsi menaikkan densitas suspensi semen. Umumnya digunakan pada sumur yang mempunyai tekanan formasi yang tinggi. *Weight agent* terdiri dari hematite, ilmenite, barite dan pasir.

5. *Dispersant*

Dispersant adalah *additive* yang dapat mengurangi *viscositas* suspensi semen. Pengurangan *viscositas* terjadi karena *dispersant* mempunyai kelakuan sebagai pengencer. Hal ini menyebabkan suspensi semen menjadi encer, sehingga dapat mengalir dengan aliran turbulen walaupun dipompa dengan *rate* yang rendah. Bahan dasarnya adalah *polynaphthalene sulfonate*.

6. *Fluid Loss Control Agents*

Fluid loss Control Agents adalah *additive* yang berfungsi mencegah hilangnya fasa *liquid* semen ke dalam formasi atau mencegah terjadinya proses filtrasi, yaitu hilangnya cairan pada bubur semen masuk ke dalam formasi yang permeable sebagai akibat tekanan kolom cairan di atasnya. Tujuannya adalah menghindari terjadinya pengentalan bubur semen dan *flash set*, sehingga terjaga kandungan cairan pada bubur semen. Yang termasuk kedalam *fluid loss control agents* adalah polymer, CMHEC, dan latex.

7. *Lost Circulation Control Agents*

Lost Circulation Control Agents merupakan *additive* yang mengontrol hilangnya suspensi semen ke dalam formasi yang lemah atau bergoa. *Additive* yang termasuk diantaranya adalah gilsonite, cellophane flakes, gypsum, bentonite dan nut shell.

8. *Antifoam*

Anti Foam digunakan untuk mengendalikan dan menghilangkan gelembung udara pada bubur semen dengan merubah *surface tension*, sehingga pembentukan bubur semen sempurna. Bahan dasarnya adalah polyglycol.

2.4 *Compressive Strength Dan Shear Bond Strength*

Kekuatan (*strength*) pada semen terbagi dua, yaitu *compressive strength* dan *shear bond strength*. *Compressive strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan tekanan-tekanan yang berasal dari formasi maupun dari *casing*. Sedangkan *shear bond strength* didefinisikan sebagai kekuatan semen dalam menahan berat *casing*. Jadi *compressive strength* semen menahan tekanan-tekanan dalam arah horizontal dan *shear bond strength* semen menahan tekanan-tekanan arah vertikal. Dalam mengukur *strength* semen, seringkali yang diukur adalah *compressive strength* dari pada *shear bond strength*. Umumnya *compressive strength* mempunyai harga 8-10 kali lebih besar dari harga *shear bond strength*. Pengujian *compressive strength* dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *Curing Chamber* dan *Hydraulic Mortar* (Martha, Zabidi, & Satiawati, 2015; Negara & Hamid, 2015). *Curing chamber* dapat menguji *strength* semen sampai temperatur dan tekanan tinggi. *Hydraulic mortar* merupakan mesin pemecah semen yang sudah mengeras (Rubiandini, 2010a).

Persamaan yang digunakan untuk menghitung *compressive strength* adalah :

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

Dimana :

CS = *Compressive strength* semen, psi

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

P = Pembebanan maksimum, psi

A₁ = Luas penampang *bearing block*, in²

A₂ = Luas permukaan sampel semen, in²

Persamaan yang digunakan untuk menghitung *shear bond strength* adalah :

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

Dimana :

SBS = *Shear bond strength* semen, psi

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

P = Pembebanan maksimum, psi

A_1 = Luas penampang *bearing block*, in²

D = Diameter dalam cetakan sampel, in

H = Tinggi sampel semen, in

Nilai K adalah nilai koreksi yang digunakan apabila perbandingan ketinggian dan diameter tidak sama dengan 2. Berdasarkan ASTM 42, nilai perbandingan ketinggian dan diameter (h/d) harus bernilai 2 (Ridho & Khoeri, 2015). Nilai koreksi K dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 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)

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang penggunaan *additive carbon* terhadap semen yang pernah dilakukan yaitu *additive carbon* dari cangkang kelapa sawit. Dimana penelitian tersebut menggunakan tambahan dengan nano silika dan temperatur yang berbeda-beda, yang dilakukan oleh Novrianti tahun 2017. Untuk mengetahui pengaruh terhadap *free water* dan kekuatan (*strength*) pada semen pemboran. Penelitian tersebut menggunakan konsentrasi arang (*carbon*) kelapa sawit dengan variasi temperatur pemanasan 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, 800°C, dan 900°C sebesar 3% *by weight on cement* dengan penambahan nano silika 0,019%.

Hasil yang didapat pada pengujian tersebut yaitu, nilai *free water* optimum yang diperoleh dengan menambahkan *additive* 0.019% nano silika dan cangkang kelapa sawit dengan variasi temperatur pemanasan adalah 3,2 ml pada temperatur 700°C. Untuk nilai *compressive strength* optimum yang diperoleh dengan penambahan *additive* 0,019% nano silika dan cangkang kelapa sawit dengan variasi temperatur pemanasan adalah 1433,01 Psi pada temperatur 700°C. Sedangkan untuk nilai *shear bond strength* optimum yang diperoleh dengan menambahkan *additive* 0,019% nano silika dan cangkang kelapa sawit dengan variasi temperatur pemanasan adalah sebesar 163,45 Psi pada temperatur 700°C.

Pada penelitian yang lain yaitu pemanfaatan *carbon* ampas tebu sebagai campuran penguat bata beton ditinjau terhadap uji kuat tekan, pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan variasi 0%, 5%, 10%, 15%. Hasil uji kuat tekan menunjukkan semakin besar variasi *carbon* ampas tebu, semakin kecil kekuatan tekannya.

Hasil pengujian kuat tekan bata beton dengan konsentrasi *carbon* ampas tebu 0% (bata beton normal), menunjukkan kuat tekan sebesar 15,763 Mpa. Hasil uji kuat tekan bata beton dengan agregat 5% *carbon* ampas tebu, menunjukkan kenaikan sebesar 5,746 Mpa dari bata beton normal yang hasil kuat tekannya sebesar 21,509 Mpa, kemudian pada agregat 10% *carbon* ampas tebu, bata beton menunjukkan pengurangan kekuatan sebesar 3,998 Mpa dari agregat 5% yang hasil kuat tekannya sebesar 17,541 Mpa. Penambahan agregat 15% *carbon* ampas tebu, bata beton menunjukkan penurunan kekuatan sebesar 3,988 Mpa dari bata beton normal yang hasil kuat tekannya sebesar 11,775 Mpa. Kekuatan tekan sampel paling besar yaitu variasi 5%, sedangkan yang terkecil 15% (Putra, Helendra, & Anaperta, 2018).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang pembahasan penelitian di laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *carbon* batang jagung terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength* semen pemboran kelas G. Selain itu juga, melihat nilai optimal yang didapat dari penambahan konsentrasi *carbon* batang jagung yang dicampurkan ke dalam suspensi semen pemboran kelas G.

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini berlangsung selama dua bulan, dari bulan November sampai Desember 2018. Dengan rincian pelaksanaan, satu bulan untuk persiapan bahan dan satu bulan untuk pembuatan dan pengujian sampel.

3.2 Jenis Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer berupa : hasil data pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* pada *additive carbon* dari sampel batang jagung. Serta ditambah dengan referensi dari buku pegangan pelajaran Teknik Perminyakan, *paper* dan diskusi dengan Dosen pembimbing.

3.3 Bahan Dan Peralatan

3.3.1 Bahan

Dalam pembuatan suspensi semen pemboran ada beberapa bahan *additive* yang digunakan, adapun bahan yang digunakan berfungsi sebagai berikut :

1. Semen klasifikasi kelas G

Semen berasal dari kata *caementum*, yang berarti bahan perekat yang mampu mempersatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu

kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan, sehingga menjadi suatu bagian yang kompak (Jamaluddin, 2017). Semen kelas G merupakan semen yang digunakan sebagai semen dasar pada penyemenan sumur dengan kedalaman mencapai 8000 ft (2440 meter) dengan temperatur hingga 900°C. Bila ditambah dengan *additive*, maka semen kelas G ini dapat digunakan pada tekanan dan temperatur yang lebih tinggi serta kedalaman yang lebih (Agam et al., 2015). Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa semen kelas G keunggulannya lebih bagus digunakan untuk pembuatan suspensi semen yang ditambahkan *additive*. Karena semen kelas G mudah homogen dengan bahan-bahan *additive*.

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.

4. Carbon batang jagung

Carbon batang jagung yang digunakan pada penelitian ini berasal dari perkebunan yang berada di Pekanbaru, Riau. Batang jagung ini dikeringkan dan dipotong-potong menjadi bagian kecil, kemudian batang jagung dibakar tanpa menggunakan minyak. Setelah itu hasil dari pembakarannya dihaluskan kemudian disaring menggunakan *sieve analysis* dengan ukuran 200 mesh.

3.3.2 Peralatan

Berikut adalah gambar beserta fungsi alat yang digunakan pada penelitian ini.

1. Timbangan Digital

Fungsi : Mengukur atau menimbang berat bahan suspensi semen dan *additive* yang akan digunakan.



Gambar 3.1. Timbangan Digital
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

2. *Constant Speed Mixer*

Fungsi : Mengaduk material suspensi semen beserta semua *additive* agar tercampur merata.



Gambar 3.2 *Constant Speed Mixer*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

3. *Water Bath Temperature Controller*

Fungsi : Mengontrol temperatur semen agar tetap konstan pada pembuatan sampel pengujian *Compressive strength* dan *shear bond strength*.



Gambar 3.3 *Water Bath Temperature Controller*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

4. Cetakan Sampel

Fungsi : Mencetak sampel semen yang akan digunakan pada pengujian *compressive strength* dan *shearbond strength*.



Gambar 3.4 Cetakan Sampel
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

5. *Hydraulic press*

Fungsi : Mengukur kekuatan tekanan retak semen pemboran.



Gambar 3.5 Hydraulic press
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

6. Cawan

Fungsi : Untuk wadah mengumpulkan sampel.



Gambar 3.6 Cawan
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

7. Gelas Ukur

Fungsi : Mengukur volume air yang akan digunakan.



Gambar 3.7 Gelas Ukur
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

8. *Stopwatch*

Fungsi : Untuk mengukur waktu *mixing*.



Gambar 3.8 *Stopwatch*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

9. Pipet Tetes

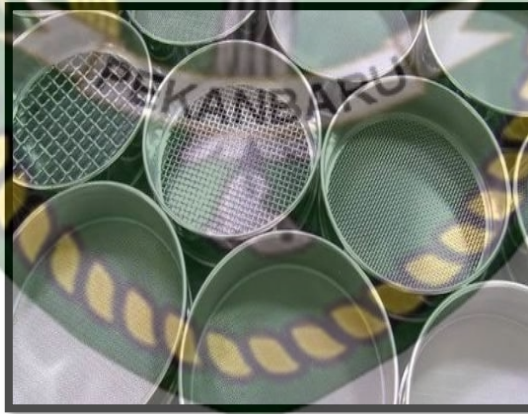
Fungsi : Untuk mengambil bahan yang berbentuk cairan.



Gambar 3.9 Pipet Tetes
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

10. *Sieve Analysis*

Fungsi : Untuk menyaring butiran serbuk batang jagung.



Gambar 3.10 *Sieve Analysis*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

3.4 Perhitungan Pembuatan Suspensi Semen

Perhitungan pembuatan suspensi semen dilakukan untuk mengetahui jumlah komposisi dari semua bahan yang digunakan untuk mendapatkan volume suspensi semen 600 ml menggunakan persamaan berikut :

- a. Persamaan yang digunakan untuk menghitung Absolute Volume :

$$\text{Absolute volume} = \frac{1}{SG \times 8,33} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Absolute volume = *Volume total, gal/lb*

SG = *Specific Gravity, lb/gal*

- b. Persamaan yang digunakan untuk menghitung water ratio :

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Total berat}}{\text{Total volume}} \dots\dots\dots(4)$$

- c. Persamaan yang digunakan untuk menghitung Pembuatan Suspensi Semen:

$$\text{Semen Portland} = \frac{\text{Density X Volume}}{\text{Total fraksi}} \dots\dots\dots(5)$$

Untuk persamaan water, PPG, *carbon* batang jagung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Fraksi x Semen Portland} \dots\dots\dots(6)$$

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan *Carbon* Batang Jagung (Meisrilestari, Khomaini, & Wijayanti, 2013)

1. Menyiapkan batang jagung yang dipotong-potong menjadi bagian kecil.
2. Menghilangkan kadar air dengan dehidrasi menggunakan *oven* pada temperatur 100 °C selama 1 jam.
3. Batang jagung dimasukkan kedalam wadah untuk proses pengarangan pada suhu 300 °C selama 1 jam sampai terbentuk arang.
4. Menghaluskan batang jagung yang sudah menjadi arang tadi.
5. Menyaring *carbon* batang jagung menggunakan *sieve analysis* dengan ukuran 200 mesh.



Gambar 3.11 *Carbon Batang Jagung*

3.5.2 Pembuatan Suspensi Semen

1. Menimbang semen sebanyak 525,4515 gram, ppg sebanyak 0,5254 gram, dan air sebanyak 434,02 ml (untuk pembuatan suspensi semen kls G + 0% *Carbon Batang Jagung*).
2. Menimbang semen sebanyak 559,5057 gram, ppg sebanyak 0,5595 gram, dan air sebanyak 394,3396 ml (jumlah ini untuk sampel Semen kls G + 1% *Carbon Batang Jagung*).
3. Untuk sampel selanjutnya, ulangi komposisi sampel dengan komposisi *carbon* batang jagung dengan berbagai konsentrasi penambahan yang telah diperhitungkan.
4. Dari masing-masing komposisi bahan yang digunakan diatas, kemudian mencampurkan semua bahan dan *additive* dengan cara memasukan air terlebih dahulu kedalam *cement mixer*. Menyalakan *mixer* dengan kecepatan rendah (4000 rpm) lalu memasukan semen yang sudah dicampur dengan *additive carbon* batang jagung, dan PPG, lanjutkan pengadukan dengan kecepatan tinggi (12000 rpm) selama 10 menit.
5. Setelah pembuatan suspensi semen selesai, dilanjutkan dengan pengujian.

3.5.3 Pengujian *Compressive Strength* Dan *Sear Bond Strength*

1. Pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* menggunakan alat *hydraulic press*.
2. Mengoleskan *grease* pada cetakan kubik untuk *compressive strength* sedangkan pada cetakan silinder untuk *shear bond strength* tidak perlu diolesi dengan *grease*.
3. Menuangkan suspensi semen yang telah disediakan ke dalam cetakan kubik dan cetakan silinder yang kemudian akan digunakan untuk pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength*.
4. Menutup cetakan sampel dengan *aluminium foil* dan kemudian dengan plastik hingga rapat lalu merendamnya dalam *water bath temperature controller* yang sebelumnya sudah dipanaskan sesuai dengan suhu yang diinginkan.
5. Diamkan cetakan selama 24 jam, setelah 24 jam sampel diangkat dari *waterbath temperature controller* kemudian buka sampel dari cetakan.
6. Ukur kekuatan tekanan sampel cetakan kubik untuk *compressive strength* dan sampel cetakan slinder untuk *shear bond strength* dengan *hydraulic pressure*.
7. Memperkirakan tekanan maksimum retak (pecah), apabila lebih dari 0 psi (skala manometer) memberi pembebanan awal tidak diperlukan.
8. Memperkirakan laju pembebanan sampai maksimum tidak kurang dari 20 detik dan tidak lebih dari 80 detik.
9. Catat hasil pengujian untuk *compressive strength* dan *shear bond strength*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan percobaan di laboratorium untuk mengetahui pengaruh dari penambahan *additive carbon* batang jagung terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength*. Pengujian *compressive strength* dan *shear bond strength* ini dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada halaman 21 dan perhitungan semen dasar dengan berbagai variasi konsentrasi *carbon* batang jagung dilakukan dengan persamaan 3, 4, 5, dan 6, untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran I. Perhitungan *compressive strength* dan *shear bond strength* digunakan persamaan 1 dan 2, untuk perhitungan *compressive strength* dan *shear bond strength* dapat dilihat pada lampiran II dan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

4.1 Hasil Pengujian *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS)

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS atau EDX atau EDAX) adalah salah satu teknik yang bertujuan 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 (Natalia, Setyowati, & Suryo, 2016).

Pengujian EDS *sample carbon* batang jagung dilaksanakan di Laboratorium SEM FMIPA ITB – Institut Teknologi Bandung pada tanggal 18 Februari 2019. Hasil pengujian EDS pada *sample carbon* batang jagung yaitu sebagai berikut :

Di bawah ini adalah tabel komposisi unsur kimia yang terdapat pada *carbon* batang jagung setelah pengujian EDS di Institut Teknologi Bandung.

Tabel 4.1 Komposisi Unsur Kimia Batang Jagung

<i>Element</i>	<i>Massa Percentage %</i>
C K	82,27
O K	13,42
Mg K	0,20
Si K	0,27
P K	0,27
Cl K	0,68
K K	2,89

(Sumber : SEM EDS Institut Teknologi Bandung)

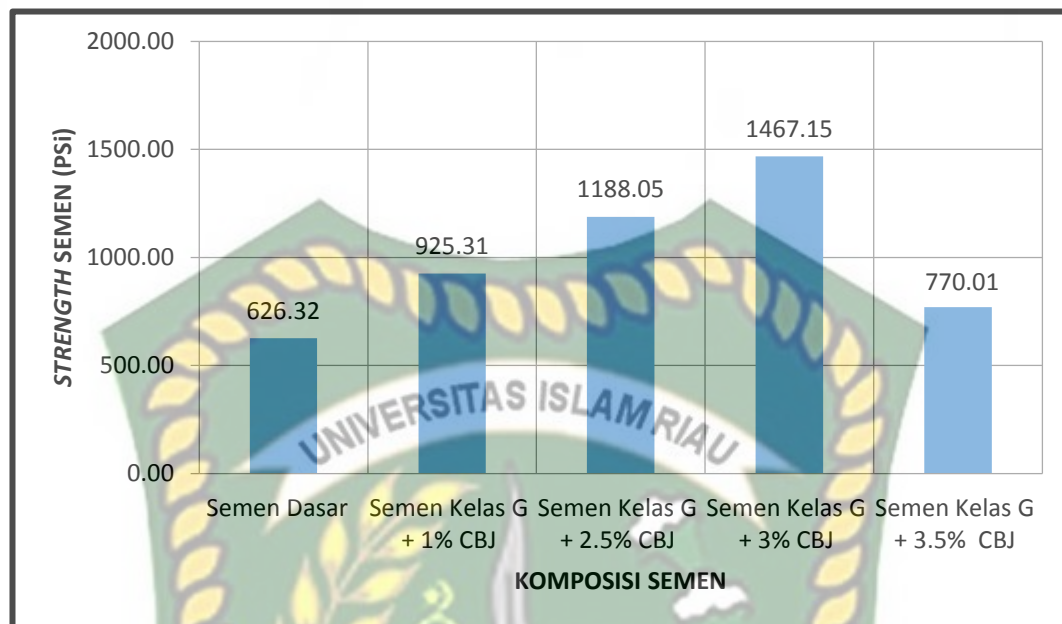
Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa unsur kimia yang terkandung di dalam batang jagung cukup banyak yaitu C (*carbon*) dan disusul oleh unsur-unsur yang lain. Hasil C (*carbon*) yang didapat pada batang jagung sangat tinggi, dengan tingginya *carbon* tersebut diharapkan bisa memperkuat kekuatan (*strength*) pada semen pemboran kelas G. Dengan adanya kandungan silika pada batang jagung, juga diharapkan bisa membantu menambah kekuatan (*strength*) semen pemboran kelas G. K pada tabel diatas menandakan bahwa hanya mengikat satu unsur.

4.2 Pengujian *Compressive Strength*

Pengujian *compressive strength* pada semen kelas G dengan penambahan konsentrasi *carbon* batang jagung yaitu dari konsentrasi 0%, 1%, 2,5%, 3%, 3,5% BWOC.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan nilai *compressive strength* Semen Kelas G ditambah *Carbon Compressive Strength* batang jagung

Komposisi Suspensi Semen	Nilai <i>Compressive Strength</i> (psi)
Semen Dasar	626,32
Semen Kelas G + 1% CBJ	925,31
Semen Kelas G + 2.5% CBJ	1188,05
Semen Kelas G + 3% CBJ	1467,15
Semen Kelas G + 3.5% CBJ	770,01



Gambar 4.1 Nilai *Compressive Strength*

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa dengan penambahan variasi konsentrasi *carbon* batang jagung dapat berpengaruh terhadap peningkatan nilai *compressive strength*. Hal ini dapat dilihat pada semen dasar diperoleh nilai *compressive strength* sebesar 626,32 psi, penambahan 1% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 925,31 psi, penambahan 2,5% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 1188,05 psi, penambahan 3% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 1467,15 psi, dan penambahan 3,5% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *compressive strength* sebesar 770,01 psi. Penambahan *carbon* batang jagung pada konsentrasi 3,5% mengakibatkan terjadinya penurunan nilai *compressive strength* sehingga *carbon* batang jagung dengan konsentrasi 3% merupakan konsentrasi yang menghasilkan nilai *compressive strength* optimum.

Terjadinya peningkatan nilai *compressive strength* pada *carbon* batang jagung disebabkan karena *carbon* memiliki kristal diamond (material terkeras), dimana *carbon* disusun pada variasi dari struktur kristal kubik berpusat muka disebut kisi berlian. Berlian terkenal sebagai bahan dengan kualitas fisik superlative, yang sebagian besar berasal dari ikatan kovalen yang kuat antara

atom-atomnya (Ulfa, 2014). Silika yang terdapat pada *carbon* batang jagung akan reaktif apabila bersenyawa dengan kalsium dan air. Sehingga dapat membantu untuk meningkatkan kekuatan (*strength*), dan dengan menggunakan mesh 200 semen akan menjadi lebih padat karena *carbon* berbentuk bubuk itu akan mengisi pori-pori pada semen, semakin kecil ukuran suatu partikel, maka reaksi yang akan terjadi semakin cepat dan dapat meningkatkan kerapatannya (Maulida, 2016; Putra et al., 2018). Jadi komposisi semen dengan penambahan sebanyak 3% merupakan jumlah yang optimum.

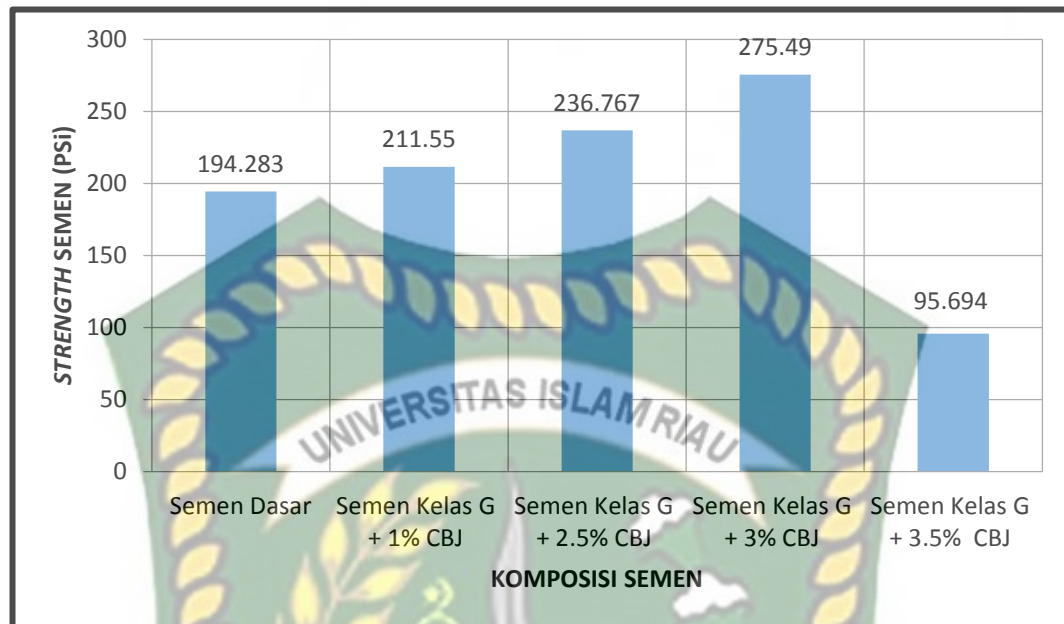
Terjadinya penurunan nilai *compressive strength carbon* batang jagung pada konsentrasi 3,5% disebabkan karena ikatan antar *carbon* cukup lemah, bahkan lebih lemah dari ikatan antar *carbon* dan semen. Dengan demikian kehadiran ikatan antara *carbon-carbon* akan memperlemah kekuatan semen. Penambahan *carbon* makin banyak sehingga semen makin rapuh (Mulyati, Dahlan, & Adril, 2012).

4.3 Pengujian *Shear Bond Strength*

Pengujian *Shear Bond Strength* juga dilakukan pada semen kelas G dengan penambahan konsentrasi *carbon* batang jagung yaitu dari konsentrasi 0%, 1%, 2,5%, 3%, 3,5% BWOC.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan nilai *shear bond strength* Semen Kelas G ditambah *Carbon* batang jagung.

Komposisi Suspensi Semen	Nilai <i>Shear Bond Strength</i> (psi)
Semen Dasar	194,283
Semen Kelas G + 1% CBJ	211,55
Semen Kelas G + 2,5% CBJ	236,767
Semen Kelas G + 3% CBJ	275,49
Semen Kelas G + 3,5% CBJ	95,694



Gambar 4.2 Nilai *Shear Bond Strength*

Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa dengan penambahan variasi konsentrasi *carbon* batang jagung dapat berpengaruh terhadap peningkatan nilai *shear bond strength*. Hal ini dapat dilihat pada semen dasar diperoleh nilai *shear bond strength* sebesar 194,283 psi, penambahan 1% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *shear bond strength* sebesar 211,55 psi, penambahan 2,5% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *shear bond strength* sebesar 236,767 psi, penambahan 3% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *shear bond strength* sebesar 275,49 psi, dan penambahan 3,5% *carbon* batang jagung memperoleh nilai *shear bond strength* sebesar 95,694 psi. Penambahan *carbon* batang jagung pada konsentrasi 3,5% mengakibatkan terjadinya penurunan nilai *shear bond strength* sehingga *carbon* batang jagung dengan konsentrasi 3% merupakan konsentrasi yang menghasilkan nilai *shear bond strength* optimum.

Terjadinya peningkatan nilai *compressive strength* pada *carbon* batang jagung disebabkan karena *carbon* memiliki kristal *diamond* (material terkeras), dimana *carbon* disusun pada variasi dari struktur kristal kubik berpusat muka disebut kisi berlian. Berlian terkenal sebagai bahan dengan kualitas fisik superlative, yang sebagian besar berasal dari ikatan kovalen yang kuat antara

atom-atomnya (Ulfa, 2014). Silika yang terdapat pada *carbon* batang jagung akan reaktif apabila bersenyawa dengan kalsium dan air. Sehingga dapat membantu untuk meningkatkan kekuatan (*strength*), dan dengan menggunakan mesh 200 semen akan menjadi lebih padat karena *carbon* berbentuk bubuk itu akan mengisi pori-pori pada semen, semakin kecil ukuran suatu partikel, maka reaksi yang akan terjadi semakin cepat dan dapat meningkatkan kerapatannya (Maulida, 2016; Putra et al., 2018). Jadi komposisi semen dengan penambahan sebanyak 3% merupakan jumlah yang optimum.

Terjadinya penurunan nilai *compressive strength carbon* batang jagung pada konsentrasi 3,5% disebabkan karena ikatan antar *carbon* cukup lemah, bahkan lebih lemah dari ikatan antar *carbon* dan semen. Dengan demikian kehadiran ikatan antara *carbon- carbon* akan memperlemah kekuatan semen. Penambahan *carbon* makin banyak sehingga semen makin rapuh (Mulyati et al., 2012).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan variasi konsentrasi *carbon* batang jagung, pada campuran semen dasar hingga konsentrasi 3% terjadi kenaikan nilai *compressive strength* dan *shear bond strength*. Sedangkan pada konsentrasi *carbon* batang jagung 3,5% terjadi penurunan nilai *compressive strength* dan *shear bond strength*.
2. Berdasarkan dari hasil penelitian menunjukkan nilai *compressive strength* optimum yang diperoleh pada konsentrasi 3% sebesar 1467,15 Psi. Untuk nilai *shear bond strength* optimum yang diperoleh juga pada konsentrasi 3% yaitu sebesar 275,49 Psi.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan dari hasil penelitian tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. Peneliti melakukan pengujian semen pemboran dengan penambahan *carbon* batang jagung. Maka untuk peneliti selanjutnya disarankan melakukan aktivasi pada *carbon* batang jagung untuk lebih meningkatkan kemampuan adsorpsinya terhadap *compressive strength* dan *shear bond strength*.
2. Disarankan peneliti selanjutnya melakukan pengujian *filtration loss* terhadap semen pemboran kelas G, dikarenakan *carbon* memiliki sifat adsorpsi yang dapat mengurangi *filtration loss*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agam, M., Satyawira, B., & Listiana. (2015). Pengaruh Penambahan Accelerator “CaCl₂”, “NaCl”, Dan “NaNO₃” Sebagai Additive Semen Kelas B Terhadap Thickening Time, Compressive Strength, Dan Rheology Bubur Semen Dengan Variasi Temperatur (BHCT) Di Laboratorium Pemboran Dan Produksi Universitas Trisakt. *Seminar Nasional Cendekiawan, 1*, 8160–8160.
- American Petroleum Institute. (2002). Specification for Cements and Materials for Well Cementing Twenty-third Edition. *API Specification 10A*.
- Anirudhan, T. S., Sreekumari, S. S., & Bringle, C. D. (2009). Removal of phenols from water and petroleum industry refinery effluents by activated carbon obtained from coconut coir pith. *Adsorption, 15*(5–6), 439–451. <https://doi.org/10.1007/s10450-009-9193-6>
- Chafid, M. (2015). Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan Jagung. In *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian*. Retrieved from [http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2015/Tanaman Pangan/Outlook Jagung 2015/files/assets/common/downloads/Outlook Jagung 2015.pdf](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2015/TanamanPangan/OutlookJagung2015/files/assets/common/downloads/OutlookJagung2015.pdf)
- Dahlan, D., & Mulyati, S. (2011). Pengaruh Porsen Hasil Pembakaran Serbuk Kayu Dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisisnya. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF), 4*(1), 31–39.
- Ernita, E., Yetti, H., & Ardian. (2017). Pengaruh Pemberian Limbah Serasah Jagung Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis. *Jom Faperta, 4*(2), 1–15.
- Faradilla, A., Yulinawati, H., & Suswanto, E. (2016). Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Adsorben Karbon Monoksida (CO) Dan Karbon Dioksida (CO₂) Pada Kendaraan Bermotor. *Universitas Trisakti*, 1–16.
- Hanafi, M., Chairina, E., & Dewi, I. (2018). Pengaruh Pemakaian Serbuk Arang

Kayu Sebagai Filler Semen Dan Zat Retarder Terhadap Penyerapan Air Dan Kuat Tekan Beton. *Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan*. Retrieved from <http://e-journal.uajy.ac.id/14649/1/JURNAL.pdf>

Hanum, C. (2008). *Teknik Budidaya Tanaman Jilid 2*. Jakarta.

Harahap, H. H., Malik, U., Dewi, R., Matematika, F., Alam, P., Riau, U., & Bina, K. (2014). Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Menggunakan H₂O Sebagai Aktivator Untuk Menganalisis Proksimat, Bilangan Iodine dan Rendemen. *Jom Fmipa*, 1(2), 48–54.

Hasna, A., & Sutapa, G. (2016). Pengaruh Suhu Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Sifat Fisika - Kimia Briket Arang Dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Mindi. *Universitas Gadjah Mada*, 1–2. Retrieved from http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?act=view&buku_id=96963&mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&typ=html

Ilato, R., & Bahua, M. I. (2013). *Analisis Rantai Nilai Komoditas Jagung Serta Strategi Peningkatan Pendapatan Petani Jagung Di Provinsi Gorontalo* (Vol. 0023046006). GORONTALO.

Isa, P. I. M. S., Lukman, H., & Irfan, A. (2012). Briket Arang Dan Arang Aktif Dari Limbah Tongkol Jagung. *Universitas Negeri Gorontalo*, 1–50.

Jamaluddin. (2017). *Prosedur Penerimaan Dan Penyimpanan Semen Dalam Gudang Di PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) Cabang Nunukan. Politeknik Negeri Samarinda*.

Jamilatun, S. et. (2015). Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dengan Aktivasi Sebelum Dan Sesudah Pirolisis. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, (0258), 1–8.

Kristianing, Y. M. (2007). Analisis Struktur Polikristal Grafit Dengan Metode Difraksi Elektron Menggunakan Tabung Difraksi Teltron 2555. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta*.

Labanni, A., Zakir, M., & Maming. (2013). Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Aktivator ZnCl₂

melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia. *Universitas Hasanuddin*.

Martha, B., Zabidi, L., & Satiawati, L. (2015). Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Lignosulfonate Pada Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 4(4), 248–253. <https://doi.org/10.25105/petro.v4i4.289>

Maulida, F. (2016). Laju Reaksi. *Universitas Darussalam Gontor Ngawi*.

Meisrilestari, Y., Khomaini, R., & Wijayanti, H. (2013). PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN AKTIVASI SECARA FISIKA, KIMIA DAN FISIKA-KIMIA. *Konversi*, 2(April 2013).

Mulyati, S., Dahlan, D., & Adril, E. (2012). Serbuk Kayu Dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisisnya. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, 4(1), 31–39.

Natalia, K., Setyowati, E., & Suryo, E. (2016). Struktur Mikro Pada Beton Dengan Limbah Batu ONYX Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*.

Negara, T., & Hamid, A. (2015). Pengaruh Penambahan Accelerator “ KCl ”, “ Na₂SiO₃ ”, Dan “ CAL - SEAL ” Sebagai Additive Semen Kelas A Terhadap Thickening Time, Compressive Strength, Dan Rheology Bubur Semen Dengan Variasi Temperatur (BHCT) Di Laboratorium Pemboran Dan Produksi Unvers. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 543–549.

Novrianti. (2016). Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Karbon Cangkang Kelapa Sawit Dan Arang Batok Kelapa Terhadap Strength Semen Pemboran. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 7(2).

Putra, R., Helendra, & Anaperta, M. (2018). Pemanfaatan Carbon Ampas Tebu Sebagai Campuran Penguat Bata Beton Ditinjau Terhadap Uji Kuat Tekan. *JURNAL RISET FISIKA EDUKASI DAN SAINS*, 5(1), 33–40.

Rahajoe, J. S., Alhamd, L., Sundari, S., & Handayani, D. (2016). Stok Karbon dan Biomasa Beberapa Komoditas Tanaman Pertanian Di Bodogol - Taman Nasional Gunung Gede Pangrango – Jawa Barat (Carbon Stock and The

Biomasa of Some Agriculture Comodities in the Bodogol - Gunung Gede Pangrango National Park - West Java). *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(2), 203–210.

Rampe, M. J. (2015). Konversi Arang Tempurung Kelapa Menjadi Elektroda Karbon. *Chem. Prog.*, 8(2), 77–86.

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.

Rubiandini, R. (2010a). *Dril-017 Teori Umum Semen dan Penyemenan*.

Rubiandini, R. (2010b). *Dril-019 Sifat-Sifat Semen*.

Samura, L., Zabidi, L., & Ainurridha, K. (2017). Pengujian Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retader. *Jurnal Petro*, 6(2), 49–54.
<https://doi.org/10.25105/petro.v6i2.3103>

Subekti, N. A., Efendi, R., & Sunarti, S. (2007). Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. *Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros*, 16–28.

Swastika, D. K. S., Agustian, A., & Sudaryanto, T. (2011). Analisis Senjang Penawaran Dan Permintaan Jagung Pakan Dengan Pendekatan Sinkronisasi Sentra Produksi, Pabrik Pakan, Dan Populasi Ternak Di Indonesia. *Informatika Pertanian*, 2(2), 65–75.
<https://doi.org/10.1177/1750481317714127>

Tangendjaja, B., & Wina, E. (2006). Limbah Tanaman dan Produk Samping Industri Jagung untuk Pakan. In *Balai Penelitian Ternak, Bogor*. Bogor.

Ulfa, D. (2014). Pemanfaatan Algoritma BFS dan DFS dalam Pemilihan Tipe Berlian Berdasar Budget. *Makalah IF2211 Strategi Algoritma – Sem*.

Yasin, Sumarno, & Nur, A. (2014). *Perakitan varietas unggul jagung fungsional*. Bogor.